Marcelo José Simonetti

MANUTENÇÃO

Tipos diferentes e características

Atena Editora
Ano 2023

Marcelo José Simonetti

MANUTENÇÃO

Tipos diferentes e características

Atena Editora

Ano 2023

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Manutenção - Tipos diferentes e características

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: O autor
Autor: Marcelo José Simonetti

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S598 Simonetti, Marcelo José
Manutenção - Tipos diferentes e características / Marcelo José Simonetti. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-1975-4
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.754231310

1. Manutenção industrial. I. Simonetti, Marcelo José. II. Título.

CDD 620.58

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

Aos meus pais que sempre me motivaram a uma formação como pessoa e profissional

A minha família pelo apoio incondicional

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar nesta trajetória.

Aos familiares pela troca de experiências.

Aos Professores que contribuíram com seus ensinamentos sempre.

Aos amigos sempre presente ao nosso dia.

PREFÁCIO

Neste livro é possível perceber que em função da evolução dos equipamentos, a manutenção corretiva deixou de ser a única opção da restauração das condições operantes. É percebido que com a complexidade dos equipamentos e sua importância aos meios produtivos estes equipamentos podem proporcionar grandes prejuízos com suas paradas inesperadas.

A cada capítulo são abordados tipos diferentes de manutenção, suas principais características como, limitações e aspectos positivos. Detalhando também uma rápida descrição da implementação de cada uma destas.

Inicialmente é descrito as atividades sobre a manutenção corretiva, onde os equipamentos apresentam a falha e necessitam de intervenção. Posteriormente, observa-se que com a evolução dos equipamentos a necessidade da prevenção as falhas dos equipamentos, descrevendo então a manutenção preventiva. Em capítulos subsequentes são tratados ainda sobre a manutenção preditiva e a manutenção produtiva total, todas estas objetivando mitigar as falhas e propõem uma análise integração entre pessoas técnicas da manutenção e o setor produtivo.

Por final é abordado de forma sucinta a terotecnologia, que trata de um tipo de manutenção que integra o fabricante do equipamento até os profissionais da manutenção que adquire esta máquina.

Todos estes tipos, condutas, e filosofias de manutenção tem por objetivo se evitar a falha e se assim ela ocorra uma rápida restauração do sistema, quando isto acontece certamente os custos e desperdícios tendem a serem minimizados. As falhas sempre aconteceram e ainda continuarão acontecendo, devemos sempre estar preparados para elas.

Palavras chave: manutenção, prevenção, operacionalidade.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

A MANUTENÇÃO, UM BREVE HISTÓRICO

A necessidade de manutenção sempre esteve presente na vida do ser humano, haja vista que uma simples faca, machado, entre outros objetos cortantes também tem seu fio de corte degradado, por diversos motivos que serão abordados posteriormente.

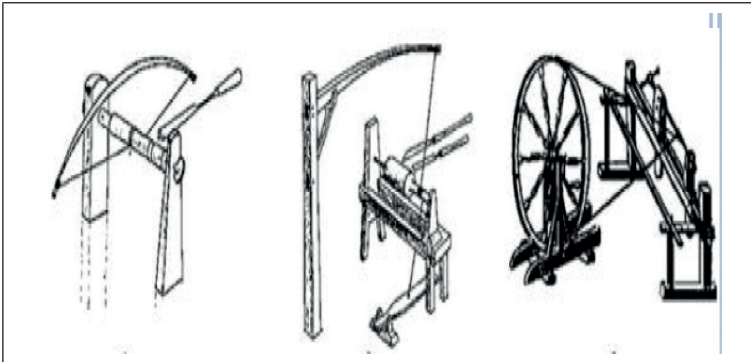
Foto1: Machado feito de pedra utilizado em diversas aplicações.

Fonte: https://pixabay.com/pt/photos/enxada-para%C3%ADso-fechar-se-azul-1007729/

Obviamente que a tecnologia presente nestes objetos eram nulas, não se aplicavam qualquer técnica, simplesmente quando o equipamento não desempenhasse sua função, era corrigido o problema, ou seja, esperava-se quebrar para concertar.

Um próximo período relatado pela história, foi o surgimento de equipamentos simples com conhecimentos bem primitivos como os primeiros tornos, relatados pela literatura como tornos de vara, que foram datados de 1300 a.C., tratava-se de um equipamento simples e que, quando este apresentava qualquer necessidade, era certamente submetido ao processo de manutenção corretiva.

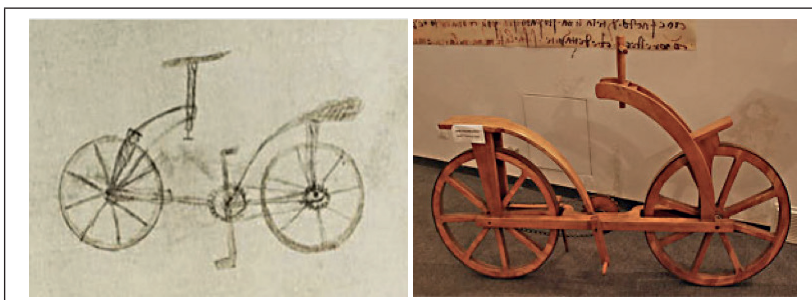
Foto 2: Torno de vara

Fonte: https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/6040 /Marcelo%20 Muller%20da%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Algo em comum para este período é a quantidade de itens que compunham a estrutura de materiais (itens ou partes) para produção destes equipamentos, por serem simples, necessitavam de poucas peças e então eram mais fáceis sua manutenção, pois apresentando menores quantidades de componentes, menores seriam as probabilidades de falha, consequentemente, mais fácil a gestão quanto a falhas deste equipamento.

Com o passar dos tempos e com a evolução tecnológica das máquinas e equipamentos, uma nova metodologia foi adotada para cada fase de desenvolvimento, por exemplo, na fase da pré-revolução industrial, os equipamentos eram criados de forma simples, sem muitas peças complexas e operados muitas das vezes pelos seus proprietários, e não criavam grandes impactos no meio que era inserido, bem como nos custos destes, quando apresentassem falhas por algum problema de manutenção.

Como um exemplo sobre evolução dos equipamentos é possível encontrar no livro sobre a história da bicicleta o esboço da primeira bicicleta criada por Leonardo da Vinci, porém sua efetiva construção surgiu em 1791.

Foto 3: Primeira bicicleta da história da humanidade

Fonte: https://www.bikemagazine.com.br/2011/03/história-da-bicicleta/

Com a grande primeira revolução industrial, todas atividades que eram realizadas de forma manual, passaram a ser realizadas com o auxílio de máquinas que utilizavam vapor para desempenhar suas atividades. Com o passar dos anos estas máquinas passaram a utilizar de outras fontes de energia como, por exemplo, eletricidade e até mesmo a combustível fóssil.

Com o surgimento deste equipamentos, percebe-se que sua manutenção passava ser mais demorada, devido à complexidade para a época de todos os sistemas presentes nestas máquinas. Iniciava então, um período onde os profissionais de manutenção, necessitavam de conhecimentos específicos para que quando os equipamentos falhassem pudessem atuar e deixar estes, operantes novamente.

No período da segunda guerra mundial, torna-se mais acentuada a importância das máquinas para o ser humano, neste período as empresas de grande porte mantinham um sistema de produção em massa. A ocorrência de falhas impactavam diretamente na capacidade de produção, a solução para época era a formação de equipes de manutenção corretiva que atuavam quando o equipamento apresentava pane.

Foto 4: Linha de produção de tanques alemães.

Fonte: https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2012/05/11/os-veiculos-alemaes-mais-eficientes-da-segunda-guerra/

No mundo em geral grandes mudanças ocorreram no período da segunda guerra mundial, o emprego de aviões nos combates entre as nações era fundamental para alcançar os objetivos militares. Notava-se que muitas aeronaves de combate muitas vezes não conseguiam concluir seus objetivos de ataque, por apresentarem pane em seus sistemas durante seu deslocamento para combate.

Então se percebe a necessidade de repensar a forma de manutenção, pois caso a aeronave apresentasse pane, seria impossível a realização de uma manutenção corretiva. Uma outra forma de evitar a falha seria necessária, algo que preventivamente atuasse para se evitar a falha durante as missões de voo. Surge então a manutenção preventiva, onde

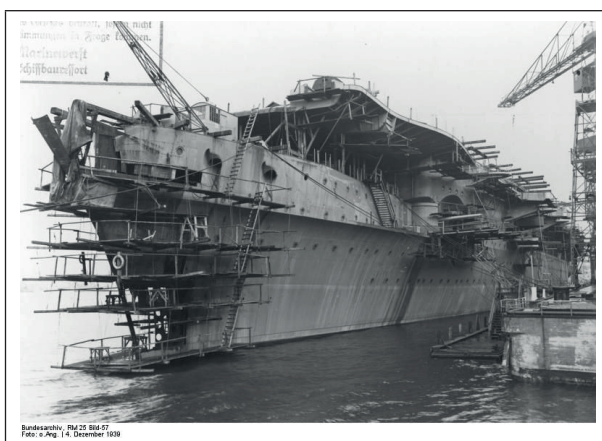
peças ou conjuntos eram substituídos de forma a prevenir sua falha durante a missão de combate.

Foram estabelecidos períodos onde preventivamente deveriam ser checadas as partes que possivelmente viessem a falhar. Outras partes eram substituídas em conformidade com sua utilização. Devido à complexidade dos conjuntos presentes aos equipamentos disponíveis na época, aumenta então, a necessidade de mão de obra mais qualificada, para o cumprimento dos planos de manutenção preventivo.

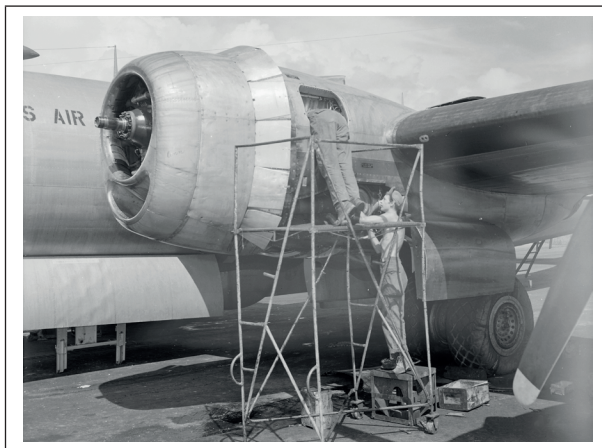
Foto 5: Linha de montagem da fábrica de aviões em 1935.

Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-I_QtrYD7kiw/VcuGvkQfgXI/AAAAAAAAVUU/hXuRz 5EPLvE/s1600/20.jpg

Todas construções para este período buscavam meios para se evitar as falhas, o mesmo se aplicava as embarcações que transportavam grandes importâncias em valor e não podiam ser admitidas falhas durante sua atividade de destino.

Foto 6: A construção do porta-aviões Graf Zeppelin, em 1938.

Fonte: https://images.uncyc.org/pt/2/2d/KMS_Graf_Zeppelin.jpg?download

As necessidades de novas reestruturações foram mais acentuadas nas épocas de crise, fato este vivido pela humanidade no período pós-guerra, pois a crise gerada pela escassez do petróleo, por volta de 1960, obrigou as empresas a se reinventarem, com objetivo da redução drástica dos custos. Obviamente isto impactou também o setor de manutenção, surgindo os primeiros estudos mais aprofundados sobre as condições dos equipamentos. Todo o processo de manutenção passa a ser realizado de forma melhor elaborada, minimizando os custos para com a manutenção de máquinas e equipamentos.

Foto 7: Manutenção no motor Wright R-3350 da força aérea americana.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/46/R-3350_maintenance_at_Kadena_ 1950.jpg/800px-R-3350_maintenance_at_Kadena_1950.jpg?20110823184858

Evoluindo ainda mais nas técnicas associadas à manutenção, desponta o Japão, com uma filosofia de trabalho muito utilizada e presente até os dias de hoje, a manutenção produtiva total a TPM (Total Productive Maintenace). Esta filosofia torna-se importante ferramenta para melhoria da produção, buscando analisar a causa da falha das máquinas. Como resultado complementar, esta filosofia busca melhorar a qualidade e custos dos produtos produzidos pela empresa, bem como uma redução dos custos de manutenção.

Foto 8: A busca de zero defeito, falha e acidente na TPM.

Fonte:http://4.bp.blogspot.com/-uUlcqbt1fRo/VQWP7DPrHvI/AAAAAAAAIgc /3AhgZJNDWME/s1600/pic22.jpg

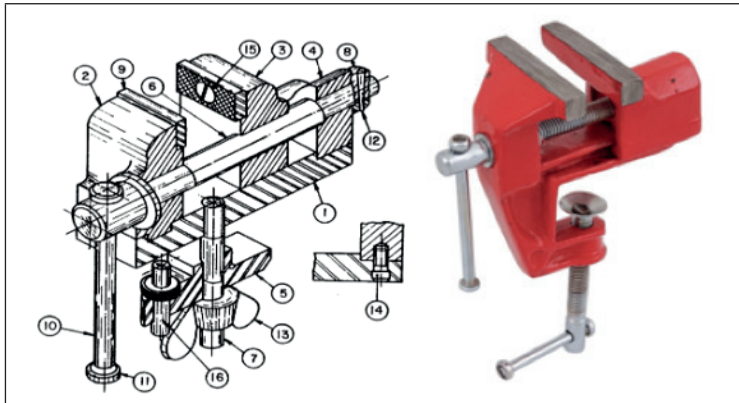
Dentro dos tipos diferentes de manutenção, existe também a Terotecnologia que surgiu por volta de 1970, com os conceitos introduzidos oficialmente no mundo empresarial, pelo British Standards Institute, do Ministério da Tecnologia do Reino Unido.

Seu principal objetivo era estabelecer normas voltadas a uma facilitação da manutenção de máquinas, equipamentos e sistemas. Como foco, visa a redução dos custos associando ainda a importância do custo do ciclo de vida das máquinas e dos equipamentos.

Alguns de seus pilares básicos são: a busca constante de alternativas técnicas, realização de estudos de confiabilidade e de avaliações técnico-econômicas, para obter ciclos de vida de equipamentos cada vez menos dispendiosos.

Como essência, a terotecnologia, é uma técnica que determina a participação de um ou mais especialistas em manutenção desde a concepção da máquina ou equipamento, ou seja, do projeto até sua instalação e suas primeiras horas de produção e assume uma prática preventiva para com estas máquinas.

A terotecnologia afirma que a manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, e sim, manter o equipamento em operação, evitando a sua falha. Esta é a grande mudança de paradigma. A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento permaneça parado somente quando for definida esta parada, isto é planejar, e parar o equipamento somente neste período, não admitindo paradas por falhas não previstas.

Foto 9: Do projeto até sua atividade - Terotecnologia.

Fonte: Próprio autor

Outro marco histórico para uma nova evolução nas práticas relacionadas à manutenção foi o surgimento de companhias aéreas para voos civis, como a Boeing, com a família de aeronaves 747, que com a inserção de sistemas automatizados em sua manufatura e considerável quantidade de pessoas que o mesmo possibilitava transportar, cria-se uma necessidade de garantir o perfeito funcionamento de todos os sistemas inseridos nesta nova versão de aviões. Foi criada a certificação até então aplicada somente pela FAA (Federal Aviaton Authority), nos Estados Unidos.

Surge assim, a necessidade de se desenvolver novas metodologias capazes de reduzir a probabilidade de ocorrência de uma falha de forma mais significativa. Criando uma Força-Tarefa na United Airlines, em 1968, conhecida pela sigla de MSG-1 (Maintenance Steering Group), incumbida de rever a aplicabilidade dos métodos existentes a essas aeronaves. O relatório dessa comissão introduziu os conceitos de Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM - Reliability Centered Maintenance), atendendo a solicitação do departamento de defesa americano.

Desde o seu surgimento, a RCM vem se confirmando como uma das mais importantes tecnologias contemporâneas de manutenção, sua aplicação foi expandida para vários ramos de atividade humana, onde haja necessidade de manter o funcionamento dos diversos tipos de equipamentos e processos em geral.

Foto 10: Manutenção Centrada na Confiabilidade.

Fonte: https://img.freepik.com/fotos-premium/equipamento-de-reparo-de-servico-de-problema-tecnico_391052-6988.jpg?w=740

A sua contribuição, dentro de um sistema produtivo, é evidenciada por uma maior disponibilidade da planta industrial ao menor custo, isto é, quanto maior esta disponibilidade, menor a demanda de serviços e, consequentemente, a redução de custos, favorecendo o crescimento da produtividade.

Como visto, por volta de 1970 houve uma grande evolução nas técnicas de gerenciamento e práticas de manutenção. Não dá para deixar de lado o PCM – Planejamento e Controle de Manutenção que é considerado por muitos como um membro importante da manutenção propriamente dita e está voltadas a um apoio tático e estratégico para a manutenção de uma máquina ou equipamento.

O principal benefício do PCM está relacionado a uma redução de desperdícios de mão de obra, tempo ou materiais. Se você não planeja nenhuma atividade, seja ela ligada à manutenção ou não, com certeza está desperdiçando algum desses recursos.

Foto 11: Planejamento e Controle da Manutenção.

Fonte: https://cdn.pixabay.com/photo/2015/01/09/11/08/startup-594090_1280.jpg

São várias as atividades de responsabilidade do PCM, através das informações e históricos dos equipamentos são analisadas as tomadas de decisão mais viáveis para realizar as atividades de intervenção junto à máquina ou equipamento.

A MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva como visto, foi o primeiro tipo de manutenção que surgiu. Tem como característica aguardar a falha do equipamento para então intervir. A manutenção corretiva atua quando a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado, tendo como função então a correção do problema ou restaurações de partes atingidas por um defeito que levou à falha. Visto que um equipamento parado certamente poderá comprometer a cadência natural do meio produtivo, para isso a importância da manutenção corretiva para a normalidade de todo o sistema de produção.

Para uma pronta intervenção da manutenção corretiva, faz-se necessário a disponibilidade de peças sobressalentes, profissionais qualificados para a atuação. Se tudo isto não bastasse, é importante incluir na conta valores de horas extras que estes profissionais gastarão para deixar o equipamento a disposição novamente. Como as falhas acontecem de forma puramente randômica, destaca-se que com a paralisação de um equipamento, os colaboradores diretamente envolvidos poderão ficar sem atividade, além de possivelmente acarretar uma paralisação de todo o sistema produtivo quando se trata de linha de produção, acrescendo ainda mais valor à conta da parada. Em muitos casos, as falhas de máquinas e equipamentos podem comprometer a vida útil destes, pois algumas falhas podem ocasionar degradação acelerada de componentes indiretamente relacionados à falha principal. Obviamente outros custos podem ser integrados: lucro cessante, perdas de produtos em processo, multas por falha no tempo programado do produto, entre outros que dependem do segmento de atuação.

Umas das principais dificuldades para as empresas que mantém apenas manutenção corretiva para todo seu sistema é a necessidade muitas vezes de manter grandes equipes a disposição, pois nunca se sabe quando uma máquina falhará. Em contra partida, quando todo processo desempenha de forma natural e normal suas funções estes profissionais da manutenção muitas vezes poderão ficar ociosos.

Para se manter um nível apropriado das atividades de manutenção é importante que todos os profissionais participem constantemente de treinamentos e cursos de aperfeiçoamento, pois isto certamente minimizará as falhas decorrentes da falta de conhecimento e que podem garantir um menor tempo de máquina parada. Tudo isso podendo ocorrer em período de ociosidade.

É prudente analisar todos os equipamentos e processos em que estes estejam inseridos, pois em alguns casos, para máquinas que não estejam integradas diretamente no processo, dependendo da aplicação do produto, entre outros aspectos, em alguns casos pode ser viável esperar sua falha para a devida manutenção, podendo neste caso ser realizada a manutenção corretiva programada. Isto só é possível quando a máquina não é de extrema importância para o meio produtivo, permitindo esperar por uma manutenção

corretiva.

Para uma melhor gestão de todo setor de manutenção, destaca-se a importância da informação. Os relatos dos acontecimentos com perfeito detalhamento de um problema ocorrido, são de extrema valia, por uma questão de histórico e para estatística. Todas estas firmações visam facilitar em soluções de problemas no futuro. São importantes os apontamentos de hora parada, tempo de máquina parada, falha apontada entre outros, para tanto se faz importante a abertura da chamada ordem de serviço.

Este documento aberto pelo setor solicitante, a produção, é analisado pelo setor de manutenção e acrescido de informações importantes para solução da situação-problema. Apontamentos complementares normalmente são realizados pelos profissionais da manutenção, visando criar um histórico melhor detalhado do real problema encontrado e os meios para sua solução. Todas estas informações são de extrema relevância para o setor de manutenção e engenharia, pois é crucial que algumas avarias não mais ocorram. É muito importante que as empresas estabeleçam um procedimento para quando se tratar de problema com manutenção, pois o objetivo é buscar a excelência na realização dos trabalhos de manutenção.

Todo início da atividade referente à situação-problema detectada, muitas vezes são realizadas por intermédio de telefonemas, mensagens via aplicativos, rádios de comunicação, alarmes presentes em sistemas integrados ou ordens de serviço (OS), podendo este ser iniciado pelo próprio operador ou pessoa interessada. Um cuidado importante a ser tomado são as redundâncias destas informações, que podem prejudicar o bom desempenho de todos. Importante que todos os pedidos de serviços sejam direcionados a um único banco de dados para se evitar informações em duplicidades.

Não importando a forma e conduta de solicitação dos serviços uma coisa é certa, que seja feita de forma imediata. Para agilizar as atividades dos cadastros de solicitação, algumas empresas utilizam código de barras fixos aos equipamentos e o solicitante insere apenas um código previamente definido da falha presente. Desta forma, todos já têm conhecimento prévio das informações importantes do equipamento avariado, como: modelo, fabricante, localização de eventuais peças de reposição, histórico de ocorrências, observações importantes, entre outras informações que possam contribuir no rápido retorno do equipamento às suas funções.

Equipamentos que estão em período de garantia, merecem uma atenção especial, pois em muitos casos os fabricantes destes equipamentos não autorizam a intervenção de correção se não for realizada por profissionais da própria empresa fornecedora do equipamento, sob pena de perder todos os benefícios presentes em contrato. Neste caso, deve-se imediatamente contatar o fornecedor para uma pronta intervenção.

Uma vez os profissionais da manutenção sendo acionados, destaca-se a importância de registrar a data e hora do ocorrido, bem como estas mesmas informações quanto ao retorno deste equipamento às condições normais de processo. Estas informações são de

grande importância que sejam compartilhadas ao setor de planejamento da empresa, pois empresas que processam produtos que dependendo do tempo de morosidade de parada de uma linha, a qualidade dos produtos podem ser comprometida, ocasionando em alguns casos segregação de todo lote de material em produção. Estas informações em muitos casos são alimentadas a um sistema integrado de manufatura, podendo ser coletadas ainda: por mensagem de rádio, celulares, ramais telefônicos entre outros meios adotados para tal.

Obviamente que cada empresa possui equipamentos das mais variadas formas, tamanho e peso, impossibilitando muitas vezes que a atividade de reparo seja realizada no setor de manutenção, para tanto, se faz necessário o deslocamento destes profissionais até o local onde este equipamento se encontra. Para a manutenção destes equipamentos de grande porte é importante que todos os recursos necessários sejam de fácil transporte, evitando novos deslocamentos.

Algumas empresas vêm adotando da utilização de um contentor com capacidade de transportar itens como: os manuais, esquemas elétricos, pneumáticos, desenhos de partes importantes, instruções de trabalho, recomendações quanto EPIs (equipamento de proteção individual), normativas entre outros que possam ser fundamental e importantes a compreensão do correto funcionamento das partes. Neste contentor também se faz presente: as principais ferramentas voltadas a manutenção deste equipamento, dispositivos de fixação e soltura das partes, gabaritos de posicionamentos, equipamentos de medições entre outros, que foram apontados pelo fabricante ou embasados em históricos de falhas do referido equipamento. Em alguns casos se fazem presentes algumas peças de eventual reposição.

Foto 12: Van com kit completo de ferramentas para trabalho em campo

Fonte: https://img.freepik.com/fotos-premium/um-close-up-da-van-de-um-faz-tudo-com-ferramentas-e-suprimentos_933496-14421.jpg?w=826

Uma vez defronte ao equipamento, os cuidados com a segurança nunca deve ser esquecido, pois muitos casos são relatados com profissionais que acabam até perdendo a vida por falta de seguir os procedimentos ligados a segurança, principalmente quando envolvem altura, eletricidade, cargas suspensas entre outras consideradas de risco em potencial.

Cada equipamento possui a sua particularidade, mas uma coisa é certa, todos precisam ser desconectados da fonte de energia, seja ela qual for. Em algumas máquinas é importante que seja feito o uso de travas mecânicas que evitam o seu deslocamento por algum motivo. Importante destacar que alguns equipamentos utilizam produtos químicos nocivos a saúde humana, ou até mesmo produtos inflamáveis que podem gerar risco de incêndio ou explosão. Equipamentos de proteção são indispensáveis para as atividades de manutenção, não esquecendo que cada procedimento possui o equipamento mais indicado por norma. O mais importante é seguir os procedimentos que estão descritos em norma regulamentadora que regem este equipamento e seus periféricos. Desta forma minimizam-se os riscos de um acidente.

Algumas máquinas necessitam de procedimentos específicos para sua intervenção, podendo ser regras para soltura de partes, drenos de fluidos, despressurizações, energia estática acumulada entre outras. Para uma correta conduta dos profissionais diretamente envolvida nesta etapa é importante que hajam reuniões previas para se analisar a melhor forma de ação.

Figura 13: Navio adernado, novos riscos de acidentes em potencial.

Fonte:https://cdn.pixabay.com/photo/2013/11/14/15/49/ship-210488_1280.jpg

Nem todas as falhas são possíveis de serem solucionadas pelas equipes de manutenção da própria empresa, pois os técnicos podem desconhecer a tecnologia presente, podendo muitas vezes piorar as condições iniciais, para tanto, recomenda-se a

presença de um profissional oriundo do fabricante da máquina para a solução da situação-problema. Obviamente que nesta condição o setor administrativo deverá ser consultado para autorização dos serviços, pois certamente haverão custos que deverão ser saldados posteriormente. Como medida cautelar, recomenda-se a desativação deste equipamento para aguardar os serviços destes terceiros.

Em muitos casos de manutenção, é comum a substituição de peças ou conjuntos. É de extrema importância que todos estes componentes substituídos sejam registrados para um controle posterior de reposição. Muitas empresas também utilizam as peças substituídas com o objetivo de estudar as causas de sua falha.

O critério de reposição certamente estará de acordo com uma política de estoque regido pela direção da empresa, que em muitos casos pode preferir manter peças em estoque que possam possuir grandes tempos para seu ressuprimento. Este alto tempo de ressuprimento de peças que vieram a falhar, certamente poderá prejudicar as entregas de produtos que necessitam ser manufaturados neste sistema produtivo que apresentou a falha.

Para uma correta substituição é importante que seja especificado junto ao setor de compras, o máximo de informações sobre a parte a ser comprada, para se evitar produtos que não atendam as reais necessidades. Para isso, recomenda-se que sejam informados aspectos como: fabricante; código da peça pelo fabricante; todas as características de material; acabamento; normas técnicas, medidas, modelo, entre outras informações que podem ser acrescidas ao desempenho e aplicação. O importante é que todas estas informações fiquem devidamente registradas em banco de dados para compras futuras e histórico do equipamento, contribuindo em minimizar dúvidas futuras.

Uma vez realizado todo o trabalho para solucionar a situação-problema, é importante que haja a execução de testes, respeitando todos os protocolos de segurança para se evitar riscos de acidentes. Alguns equipamentos dependendo de sua tecnologia poderão realizar seus processos em modo de simulação, sem a utilização de materiais. Como estágio subsequente, o operador poderá realizar a produção da primeira peça para uma análise criteriosa da qualidade do produto obtido bem como a inspeção de todo o equipamento, verificando a presença de partes soltas, vedações e potenciais vazamentos, dependendo da característica do processo. Finalizando todo o processo é importante que a ordem de serviço (O.S.) seja encerrada, com as devidas assinaturas, data e horário registrados. Toda e qualquer observação que possa existir, se fará bem-vinda pois poderá ajudar em tomadas de decisões futuras, pois esse documento deve conter toda a história do equipamento de modo bastante resumido, desde sua chegada ao local de serviço até a desativação. Dele podem ser extraídas as seguintes informações, como: quantidade de falhas que ocorreram no equipamento; comparativos entre as falhas similares; todas as peças que foram substituídas no equipamento; custo por serviço; datas de realização de cada serviço e no caso de serviços externos, a pessoa de contato para cada serviço

executado com todos os detalhes da atividade.

Para melhor exemplificar a manutenção corretiva, temos o clássico caso da substituição de uma lâmpada ou equipamentos eletrônicos. Normalmente aguardamos que uma lâmpada pare de acender para efetuar a sua substituição, neste caso temos apenas a aplicação da manutenção corretiva sendo adotada.

Foto 14: Substituição de uma lâmpada

Fonte: https://img.freepik.com/fotos-gratis/mulher-mudanca-ligh-tbulb_53876-48893.jpg?w= 740 &t=st=1692817357~exp=1692817957~hmac=6701c61a2fcfb1b5449 e1783696e574a294723 b756f84b0d4e0c639b1c9e2bbf

Podemos perceber neste caso que a lâmpada de uma simples luminária não se trata de um equipamento complexo, percebemos ainda que sua substituição é rápida e não oferece muito tempo de indisponibilidade, e os valores que poderiam ser atribuídos com esta indisponibilidade, não são tão impactantes.

Obviamente a falha de um equipamento em função de sua relevância ao processo, pode proporcionar custos elevados devido a sua parada. Esta indisponibilidade, pode oferecer custos relevantes ou não, devendo ser analisado cada tipo de manutenção, para cada equipamento.

A MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Muitos equipamentos não podem vir a falhar durante sua operacionalidade, pois algumas falhas podem ser tornar uma catástrofe. Neste contexto, a manutenção preventiva foi criada obedecendo um padrão previamente estudado que estabelece paradas periódicas com a função de substituir peças degradadas, garantindo assim, o perfeito funcionamento dos equipamentos por mais um novo período.

Este tipo de manutenção também prevê que o equipamento apresente um ritmo de trabalho constante, garante com este tipo de manutenção o cumprimento das atividades assim conferidas. A manutenção preventiva está relacionada *à* redução nos níveis de estoque pela organização nos pedidos de peças de reposição, ou seja, somente próximo da data da substituição da peça que esta seria efetivamente adquirida, possibilitando um melhor fluxo de caixa para a finalidade de manutenção.

Muitos sistemas mecânicos trabalham de forma integrada a outros vários componentes, quando um destes componentes apresentar um simples um defeito, seu mau funcionamento poderá afetar outros componentes presentes neste conjunto, desta forma podendo haver um efeito cascata de uma possível sobrecarga nos demais componentes deste conjunto, certamente é mais do que provável, que a vida útil do conjunto total em questão, será reduzida. Torna evidente que esta situação-problema pode ser resolvida com a substituição antecipada dos componentes sujeitos a maior degradação, evitando a parada corretiva e seus eventuais transtornos ocasionado pela falha.

Muitas vezes a urgência em disponibilizar a máquina para o meio produtivo, e a não disponibilidade das peças degradadas que deveriam estar *à* disposição em estoque, acabam conduzindo os profissionais da manutenção a improvisarem métodos para suprirem esta necessidade. Esta prática infelizmente ainda é comum em algumas empresas, o problema maior é que em alguns casos podem haver danos estendidos *à*s máquinas e em alguns casos aos operadores. Com a manutenção preventiva estas faltas, bem como falhas podem ser minimizadas garantindo um funcionamento uniforme e seguro.

Com o passar dos tempos os gestores das empresas foram se conscientizando de que os equipamentos que funcionava ininterruptamente até vir a apresentar falha, onde muitas destas poderiam ser evitadas com simples paradas de forma preventiva, algumas destas como por exemplo, simples conduta de lubrificação, ou a substituição de peças que notoriamente iniciaram processo de desgaste, destacando ainda, simples ajustes ou reapertos.

Com o passar do tempo, foi se percebendo com os relatórios das falhas das máquinas, que em alguns casos existia uma certa frequência de intervalo da máquina em operação até aparecerem as falhas novamente, desta forma, conhecendo este intervalo, o equipamento deveria ser preventivamente parado antes da falha.

A partir de então a manutenção preventiva passa a ser um método aprovado e

adotado atualmente para muitas empresas de diferentes segmentos estabelecendo para os equipamentos simples revisões em suas partes ou paradas programadas que podem envolver alto índice de conhecimento técnico ao equipamento foco de intervenção.

Para a funcionalidade da manutenção preventiva planos e cronogramas devem ser traçados, é importante que haja um completo descritivo sobre os insumos e procedimentos de trabalho, difundindo estas informações a todos os profissionais envolvidos na intervenção e também estendida esta informação aos profissionais que diretamente utilizam do equipamento. Importante destacar que o papel da manutenção preventiva é de apoio a todo o sistema da empresa, evitando que o fluxo de produção seja interrompido.

A manutenção preventiva deve ser realizada de forma sistematizada, para que o fluxo dos trabalhos se processe de modo correto e rápido. Para tanto, é necessário estabelecer pontos importantes como: o compartilhamento das informações importantes para a atividade; os procedimentos adotados para cada equipamento, gestão dos recursos das partes a serem avaliadas e substituídas, responsabilidades, tempo estimado para a atividade, entre outras que podem variar de empresa para empresa. Sugere-se que é importante que haja uma gestão de todo o processo com a elaboração de indicadores que certamente serão importantes no aprimoramento da atividade e da excelência.

Com a implementação da manutenção preventiva alguns objetivos poder*ão* ser alcançados como: a redução de custos, melhoria na qualidade do produto, acréscimo na produtividade, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil das máquinas e considerável redução dos acidentes. Detalhando cada um destes, temos:

- A redução de custos é exigido em todas as empresas, para tanto, a manutenção preventiva reduz as paradas corretivas que normalmente demandam grande tempo de máquina parada, pois normalmente não é apenas substituir o item em falha. A redução de custos pode se dar pela diminuição do número de peças em estoque que permanecem à disposição aguardando a falha. Com a manutenção preventiva a disponibilidade da peça pode se dar apenas no momento da parada programada, ou momento antes. Desta forma então mantêm o mínimo de peças sobressalentes, reduzindo as ociosidades.
- A qualidade do produto: é a capacidade de um produto em atender as expectativas ao qual foi concebido, no entanto, quando um equipamento apresenta um defeito, por mais simples que assim seja, algumas irregularidades podem ser transferidas ao produto, por mais que muitas vezes dentro de uma tolerância. Aspecto como acabamento superficial, tonalidades de cores, algumas medidas, por mais que dentro de uma tolerância são afetadas por alguns tipos de defeito. A qualidade também é medida pela capacidade de um fornecedor entregar seus produtos de forma pontual e nas quantidades requeridas. Quando as máquinas apresentam plano de manutenção preventivo certamente trará mais certeza quanto aos quesitos já tratados;
- Acréscimo de produtividade: quando um equipamento se encontra com todos

seus componentes trabalhando de forma correta, ou seja, sem desgastes ou degradações inerentes de sua utilização, aspectos como aquecimento em seus componentes estarão dentro de uma normalidade, acrescenta-se ainda a isenção de vibrações, que certamente trará condições de manter a cadência de produção dentro das especificações do projeto do equipamento. Então, como os componentes terão sempre esta qualidade devido a substituição antes de sua degradação, previsto na manutenção preventiva estima-se então este aumento de produtividade, em relação às empresas que somente adotam a manutenção corretiva, pois se afirma que sempre algum componente desta máquina estará em estágio acentuado de degradação, prejudicando portanto a produtividade;

- Preservação do meio ambiente: quando uma máquina trabalha até falhar, suas folgas tendem a irem aumentando, propiciando eventuais vazamentos que podem prejudicar se não cuidados a tempo. Como o vazamento de seus fluidos, sejam eles destinados a lubrificação ou arrefecimento, que podem ser direcionados a redes fluviais gerando possíveis danos ao meio ambiente. Outro ponto que merece atenção, é que quando as máquinas vão se degradando, os atritos vão aumentando, obrigando estes equipamentos a consumirem mais energia para atender suas solicitações, consumindo mais recurso do meio ambiente;
- Aumento da vida útil das máquinas: em alguns casos de falhas, os danos podem ser tão severos aos equipamentos que podem chegar a comprometer até mesmo sua parte estrutural, podendo em muitos casos proporcionar uma rápida diminuição da vida útil projetada. Máquinas com plano de manutenção preventiva em ordem, garantem que estas falhas não sejam tão catastróficas como citado, pois dificilmente o equipamento venha a falhar mantendo suas partes em perfeito estado.
- Redução dos acidentes: A grande maioria das vezes os acidentes ocorrem por uma associação de fatores. Certamente as condições de trabalho quando apresentam precariedade, favorecem ou potencializam as condições para surgimento de acidentes. Quando os equipamentos são devidamente cuidados de forma preventiva e se adéquam às normas e procedimentos, em muitos casos os riscos de surgimento de acidentes passam a serem menores.

Como notado, a manutenção preventiva corrobora para uma melhoria em vários pontos para um melhor desempenho daqueles que a utilizam, e veio ao longo dos anos se tornando uma importante aliada para atender as estratégias globais da empresa.

3.1 Implementando a manutenção preventiva

Muitas empresas ainda não possuem planos de manutenção preventiva para seus meios produtivos. Algumas destas, em pleno século XXI, ainda não possuem nenhum tipo de histórico das falhas de seus equipamentos, em muitos casos nem ordem de serviço, isto muitas vezes pela não percepção na importância quanto a gestão de seus ativos,

outras vezes por não perceber os ganhos trazidos com esta nova forma de cuidar de seus equipamentos. Para este processo de implementação é importante que algumas etapas sejam cumpridas, sendo elas:

- Escolher um equipamento que servirá como um piloto para processo. É importante demonstrar de forma aplicada em um único equipamento, como um protótipo. Para isso, faz-se importante a escolha de um equipamento crítico ao processo, também conhecido como recurso gargalo, de forma a melhor esclarecer, um equipamento que quando este deixe de funcionar, todo fluxo de processo será paralisado. Outra prática bastante utilizada na escolha do equipamento, pode ser aquele que possa expressar custos elevados de manutenção quando as falhas ocorrem;
- Todas as informações sobre o equipamento escolhido são importantes, pois são elas que serão levadas em consideração para a elaboração do plano preventivo, informações como: fabricante do equipamento, modelo, especificações quanto as capacidades, mão de obra que normalmente opera o equipamento, tempo que a máquina trabalhou até apresentar a última falha, tempo que a máquina ficou parada para manutenção, falha apresentada, medidas tomadas para solução do problema apresentado, peças ou partes substituídas, se possível os custos com a indisponibilidade da máquina (custos com peças, mão de obra de terceiros, dos operadores parados, lucro cessante, multas por atraso de pedidos, custo do demérito pela não entrega dos produtos, custo por multas ambientais, entres outros que podem depender do tipo de atuação da empresa). Estas informações devem ser o mais atualizada possível. Destaca-se ainda, a importância destas informações serem reais aos reportes elencados.
- Em posse de todas as informações coletadas anteriormente, é importante que sejam elaborados manuais e procedimentos para a manutenção preventiva, definindo os intervalos de tempo entre as intervenções, de inspeções de rotina, e períodos de intervenções, peças a serem substituídas, apontamento das dificuldades encontradas em realizações anteriores, recomendações e ajustes aos tempos quando necessários;
- Deve ser realizado um completo levantamento de todos os materiais que serão necessários para a parada e substituição de partes degradadas, ferramentas e procedimentos. Importante que todas estas informações sejam de pleno conhecimento do setor de manutenção preventiva, sendo importante que se disponibilizem equipamentos e materiais de escritório, computadores, comunicação por telefone, internet, acesso a módulos integrados de gestão quando presente. O objetivo maior será o gerenciamento de todas as partes e equipamentos elencados e pertencente a esta prática de manutenção;
- Por se tratar de um projeto que poderá ser expandido por toda a empresa, é importante que tudo seja apresentado, discutido e aprovado pela direção da empresa, sem o envolvimento destes, certamente todo este projeto poderá não funcionar;

- Uma vez aprovado todo este projeto o próximo passo se faz com o treinamento de uma equipe de profissionais, pessoas com formação técnica nas diferentes áreas do saber, como mecânicos, eletricistas, automação, sistemas pneumáticos e hidráulicos entre outros profissionais necessários ao bom desempenho das tarefas.

Destaca-se que toda etapa inicial dependerá de particularidades de cada empresa e restrições impostas. Uma vez implementada esta forma de manutenção, outros equipamentos deverão ser mapeados da mesma forma e conduzidos da mesma maneira. Lembrando que os erros cometidos anteriormente servirão certamente de aprendizado às novas máquinas, setores, planta local e demais unidades.

3.2 Operacionalizando a manutenção preventiva

Uma vez definido todos os parâmetros e informações sobre a máquina ou equipamento que entrará no plano de manutenção preventiva é momento de colocar em prática. Para isso é importante que alguns pontos sejam pensados como:

- Materiais ou peças que serão utilizados nas substituições previstas de forma preventiva, estas peças são embasadas nos históricos de falhas reportadas anteriormente, bem como previstas em manuais do fabricante do equipamento em questão;
- Ferramentas apropriadas e de qualidade para cada caso de intervenção, pois ferramentas com baixa qualidade podem danificar elementos de fixação. Também deve ser previsto nesta etapa a disponibilidade de eventuais dispositivos voltados ao trabalho em específico;
- Mão de obra capacitada e com conhecimento prévio da máquina a que vai sofrer a intervenção, em alguns casos é comum uma reunião para se discutir todas as etapas para um bom desempenho. Também é desejado conhecimento por parte da equipe quanto ao correto manuseio das ferramentas e dispositivos necessários à atividade;
- Relatar todas as atividades realizadas no processo de manutenção preventivo, pois as informações relatando todas as etapas de execução são de extrema importância para um aprimoramento em geral.

Todas as informações relatadas pela equipe de manutenção deverão ser minuciosamente descritas em ficha técnica do equipamento. Informações como: tempo gasto, serviço realizado, ações que apresentaram dificuldades de solução, materiais substituídos, materiais que não foram substituídos, procedimentos que necessitam serem revistos, entres outros, são relevantes para formação de um banco de dados com capacidade de auxiliar trabalhos futuros bem como favorecer futuras tomadas de decisão.

Gráficos e tabelas podem ser elaborados para favorecer a visualização de

tendências, comparativos e discussões sobre as atividades. Uma vez implementado em um equipamento ou setor, os resultados positivos certamente se farão presentes, justificando certamente a implementação deste procedimento por toda a planta.

Como exemplo de nosso cotidiano podemos encontrar exemplos diversos de manutenção preventiva, comenta-se o caso dos filtros, óleos, correias, rolamentos, pastilhas de freio entre outras partes usuais em veículos em geral. Todas estas peças acima citadas, necessitam ser substituídas em períodos previamente definidos pelo fabricante do veículo.

Foto 15: Componentes e peças de veículos

Fonte: https://img.freepik.com/fotos-gratis/arranjo-de-acessorios-para-carros-diferentes_23-2149030411.jpg?w=740&t=st=1693418100~exp=1693418700~hmac =bcd2cd39557fd34efc45b5a24736f0a0659e73b0ee2d2452f0fd952aa53248ea

A substituição destes componentes somente após sua falha, certamente poderão proporcionar diversos efeitos como: perda de freio, travamento das rodas, ruptura de partes do motor, entre outras com grandes impactos. De forma preventiva fazemos estas substituições e podemos minimizar todos estes efeitos não desejados.

MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva prediz o status da vida útil de componentes, máquinas, equipamentos, dispositivos entre outros, verificando as condições de cada parte quanto as degradações ou desgastes proporcionado pelo seu uso. Com o real conhecimento, as partes desgastadas podem ser substituídas, tirando o máximo de sua vida útil.

Este tipo de manutenção procura atender diversos objetivos como:

- determinar de forma antecipada, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento ou conjunto destas;
- com equipamentos específicos e dedicados, é possível eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, antevendo as possíveis falhas;
- reduzir a atuação da manutenção corretiva ou intervenções de emergência;
- impedir que as peças falhem e aumentem os danos proporcionados pela falha;
- aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou sistema produtivo;
- determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

Uma vez todos estes objetivos atingidos, certamente os custos para uma melhor gestão destes ativos serão reduzidos, somando-se a um aumento de produtividade e melhoria na qualidade em geral.

Para alcançar estes objetivos a manutenção preditiva necessita de equipamentos capazes de coletar dados do comportamento de cada componente em atividade, ou seja, capaz de mensurar os aspectos como: variações de pressões, acelerações, desacelerações, temperatura, vibrações, inclinações, tensões elétricas, corrente elétrica entre outras grandezas intrínsecas ao equipamento em questão.

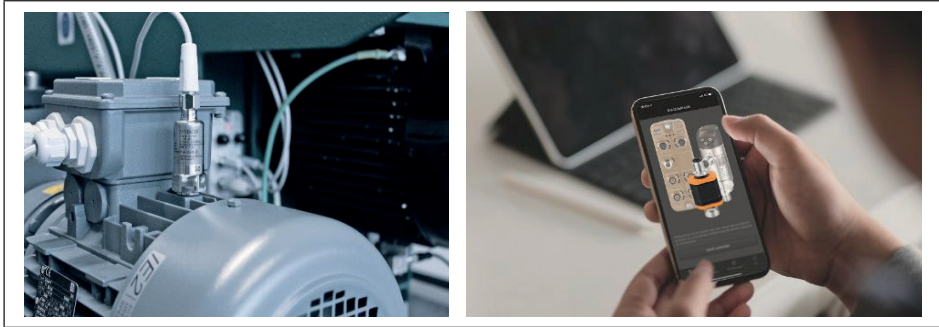
Uma vez conhecido os fenômenos presentes a esta máquina, deverá ser estabelecido um padrão de trabalho que atendam as condições ideias. Com um acompanhamento previsto em tempos previamente determinados, as partes que se conhece degradar devem ser analisadas, objetivando a percepção de alguma irregularidade. Com esta análise será possível programar uma manutenção preventiva, evitando por tanto, uma parada inesperada. A seguir poderemos perceber algumas análises que podem definir uma interferência de manutenção.

4.1 Análise preditiva de vibrações

A presença de vibração em máquinas ou equipamentos, pode significar que algo possa estar irregular, esta possível irregularidade poderá se tornar em uma eminente falha. Existem alguns fatores que levam a esta irregularidade, e podem ser percebidas através da análise de vibração como:

- rolamentos deteriorados, muitas vezes pelo uso excessivo, falta de lubrificação, montagem errada, entre outras;
- engrenagens defeituosas, muitas vezes pela falta de lubrificante apropriado, excesso de carga;
- acoplamentos desalinhados, normalmente proporcionado pela falta de dispositivo apropriado de montagem;
- rotores desbalanceados, em alguns casos pela falta de equipamentos de montagem;
- eixos deformados, em alguns casos oriundos de maus cuidados no processo de trabalho ou montagem;
- lubrificação deficiente, causados pelo uso irregular de filtros, quantidades e viscosidades corretas;
- folga excessiva em buchas;
- falta de rigidez, em grandes casos pela escolha materiais errados ou projetos irregulares;
- problemas aerodinâmicos;
- problemas hidráulicos, em alguns casos oriundos de variações de pressão, mau dimensionamento;
- cavitação.

Todo o processo de análise de vibração se inicia com a escolha dos equipamentos que deverão ser monitorados, definindo os níveis de alerta para falha e a periodicidade para a coleta destas informações. Quando encontrada uma anomalia, um plano de ação deve ser elaborado para intervenção mais rápida possível, evitando uma maior degradação. Importante destacar que com o advento da tecnologia, atualmente existem equipamentos capazes de realizar alguns ajustes de parâmetros de manutenção de forma totalmente remota, informando os dados em tempo real a computadores dedicados, e quando existir alguma anomalia, o próprio sistema aciona as equipes de manutenção para intervir. Em alguns casos esta configuração pode ser automatizada para o desligamento automático do equipamento, com o objetivo de evitar danos mais severos.

Foto 16: Motor elétrico sendo monitorado quanto a vibração remotamente.

Fonte: https://www.ifm.com/responsive/medium/fourbythree/content/allery/microsites/vvb/teaser_starterkit2.jpg?v=-743342990

Ao longo do tempo sensores foram criados para este tipo de análise, estes sensores transformam as vibrações mecânicas em sinais elétricos. Estes sinais são processados por equipamentos específicos gerando os valores numéricos correspondente a vibração, desta forma entende-se a magnitude da situação apresentada. Importante destacar que atualmente é possível encontrar equipamentos com vários modelos e capacidades disponíveis no mercado, alguns deles a valores relativamente acessíveis.

4.2 Análise de óleos lubrificantes

Como sabemos, muitos conjuntos mecânicos necessitam de fluído lubrificante para manter as partes isentas de corrosão, garantir níveis de atritos reduzidos, componentes limpos por partículas eventualmente desprendidas, controle de níveis de temperatura, entre outras. Para isso é importante que os lubrificantes envolvidos possuam características que atendam todos estes quesitos. Com a intenção de verificar as propriedades dos lubrificantes encontramos no mercado equipamentos com capacidade de analisá-los, onde estes visam atender dois objetivos, que são: economizar com lubrificantes e sanar os defeitos com potencial falha.

Podemos encontrar disponíveis no mercado modernos equipamentos que permitem análises exatas e rápidas dos óleos lubrificantes que estão sendo utilizados junto as máquinas ou equipamentos. É por meio das análises que os profissionais da manutenção preditiva podem determinar o momento mais apropriado para a troca deste óleo, isto podendo ser aplicado tanto em equipamentos mecânicos quanto em circuitos puramente hidráulicos.

A análise dos lubrificantes visa identificar, junto ao óleo, a presença de partículas metálicas que são desprendidas naturalmente pela degradação de seu uso, então pelo controle da quantidade destas partículas presentes podem representar um nível de desgaste mais ou menos acentuado das partes destas máquinas, obtendo então um panorama mais

preciso para uma intervenção da equipe de manutenção.

Esta análise pode ser realizada por uma série de equipamentos e acessórios como: viscosímetros, centrífugas, fotômetros de chama, microscópios, peagômetros, espectrômetros, etc. Todos estes equipamentos se integram e juntos conseguem delinear as condições e propriedade do lubrificante analisado.

Foto 17: Peças utilizando lubrificantes analisados

Fonte: https://www.atlaslab.in/img/news/big-7.jpg

Em diversos equipamentos dedicados são analisadas as propriedades físicas e químicas do lubrificante como:

- índice de viscosidade e viscosidade cinemática;
- índice de acidez e alcalinidade;
- ponto de fulgor e de congelamento;
- aparência;
- presença de água e fuligem;
- densidade;
- odor.

Outra análise importante, normalmente realizada em lubrificantes, é da presença de partículas e elementos não comuns ou até mesmo indesejáveis e que muitas vezes são encontrados devido a desgastes que são naturais de sua utilização ou variações nos níveis dos aditivos importantes para ação do lubrificante. Para este tipo de análise os principais elementos analisados são:

- Metais de desgaste: Ferro, Cobre, Cromo, Chumbo, Níquel, Alumínio e Estanho.
- Aditivos: Molibdênio, Zinco, Cálcio e Magnésio.
- Contaminantes: Silício.

Com o comparativo de análises anteriores ou comparando com as informações originais, é possível prever uma tendência de status dos componentes e planejar uma manutenção para evitar danos maiores.

Outra análise comum é o ensaio infravermelho. Essa avaliação é capaz de medir a oxidação, a nitratação, a sulfatação e o nível de fuligem dos compostos.

4.3 Análise do estado das superfícies e da estrutura

Muitos equipamentos possuem partes móveis, sendo comum para estes, haver o contato direto destas partes móveis, e estas partes diretamente envolvidas podem desenvolver desgaste. Em muitos casos estes desgastes quando excessivos podem proporcionar a falha deste conjunto. Para isso é importante haver periodicamente uma análise das condições das superfícies de contato destes equipamentos. Esta análise consiste, desde uma simples verificação visual, com ou sem o auxílio de lentes, até exames com equipamentos dedicados.

Equipamentos como estroboscópio tem a função de emissão de feixes de luz em intervalos de tempo. Estes feixes de luz são percebidos pelos olhos humanos e quando dirigido para equipamentos em movimento, proporcionam uma imagem onde se dá impressão de repouso das partes em movimento. Desta forma, sem a necessidade da parada do equipamento é possível verificar visualmente se as partes deste se encontram íntegros.

Foto 18: Estroboscópio sendo utilizado na análise de transmissão.

Fonte: https://www.j-vm.com/wp-content/uploads/sites/3/2016/07/Antrieb_Messung _2016_web_1.jpg

Ademais, no caso de análise de partes internas das máquinas que em muitos casos apresentam difícil acesso, como, por exemplo, a parte interna de motores a combustão, o acesso às câmaras de explosão apresenta grande dificuldade quanto a sua visualização. Para tanto, é comum a utilização de equipamento de endoscopia, que consegue, por intermédio de câmera, transmitir imagens com alta definição, apresentando eventuais anomalias.

Foto 19: Equipamento de e industrial.

Fonte: https://i0.wp.com/autensdirect.com/wp-content/uploads/2020/11/INTA00011.jpg

Neste processo são obtidas imagens de alta definição através de câmeras que são inseridas em pequenos furos ou acessos e uma vez em posse destas imagens poder analisar as superfícies internas de máquinas e equipamentos, sem a necessidade de abertura dos mesmos. Estas imagens, que podem ainda ser acompanhadas em tempo real, possibilitam investigar a presença de fissuras, corpos estranhos, ou qualquer outra irregularidade que possam ser captados por este.

Alguns equipamentos podem apresentar em sua parte estrutural porosidades, trincas internas ou até mesmo bolhas oriundas de seu processo de fabricação. Estas irregularidades podem ao longo do tempo ser fontes de origem para uma falha. Para possibilitar a detecção destas irregularidades existem equipamentos que trabalham com alta frequência sonora e percebem estes pontos de fragilidade. Os equipamentos de ultrassom permitem obter informações sobre o tamanho e profundidade destas irregularidades.

Foto 20: Equipamento de ultrassom

Fonte: https://as2.ftcdn.net/v2/jpg/03/57/99/23/1000_F_357992337 _ xAamp4KeXlt25adTROTUJ5CQ5WDjfDRS.jpg

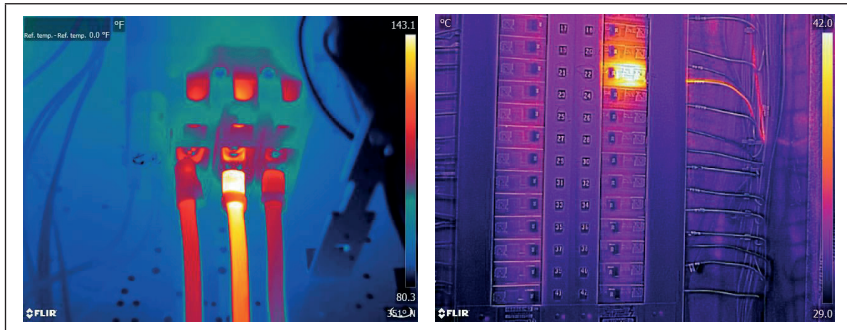
Destaca-se que este tipo de equipamento é muito usual por empresas que trabalham com processos de soldagem e fundição, pois algumas irregularidades ocorrem em camadas que outros processos de inspeção podem não conseguir detectar.

4.4 Análise de termografia

Como de conhecimento, alguns equipamentos em função de sua utilização aquecem e podem vir a falhar devido a muitas vezes alcançarem temperaturas que podem exceder suas condições físicas. É o caso, por exemplo, de motores elétricos que possuem normalmente um nível de aquecimento devido seus atritos internos, porém quando atribuídas cargas extras, ou condições anormais de trabalho, estes motores poderão aquecer a ponto de sua completa falha por excesso de corrente elétrica.

Para isso, existem equipamentos de análise térmica que são utilizados por técnica de inspeção não destrutiva. Esta técnica de sensoriamento remoto que possibilita a medição de temperaturas e a formação de imagens térmicas (termogramas) de um componente, equipamento ou processo, a partir da radiação infravermelha naturalmente emitida pelos corpos.

Foto 21: Cabo elétrico com irregularidade - cor clara mostra aquecimento.

Fonte: https://www.flir.com/globalassets/industrial/discover/professional-tools/electrical-panel-thermal-with-msx.jpg

Em painéis elétricos é possível verificar, por exemplo, se os terminais de conexão estão torqueados (apertados) suficientemente, pois caso exista uma condição de mau aperto, certamente poderá haver um aquecimento por mau contato.

Outros tipos de testes e análises também são muito usuais para detecção de anomalias em materiais. Ensaios estes como:

- interferometria holográfica, que consiste em sobreposição de imagens, dando uma ideia da condição normal ideal;
- radiografia (raios X) que consiste em equipamentos que emitem uma forma de energia que consegue atravessar uma determinada espessura de material;
- gamagrafia (raios gama), este possui uma grande capacidade de penetração, e são utilizados para peças de grandes espessuras, devido sua grande energia;
- ecografia, que trata de um exame capaz de obter imagens de forma melhor detalhada;
- magnetoscopia, que é uma análise realizada com partículas magnéticas, associadas a campos magnéticos e tem a capacidade de detectar trincas;
- correntes de Foucault, que são definidas como correntes que circulam no material ferromagnético, provocando aquecimento.;
- infiltração com líquidos penetrantes, onde se trata de um método para revelação de trincas.

Todas estas técnicas contribuem para detecção de potenciais irregularidades que podem levar a falha de um equipamento.

4.5 Periodicidade das análises

Muitas empresas optam por coletar informações ou executar testes específicos em períodos previamente definidos e para a escolha inicial deste equipamento, são utilizados

fatores como: importância dos equipamentos para o processo, frequência de utilização, criticidade, entre outros fatores específico às atividades. Obviamente que outros critérios também podem ser levados em consideração.

Uma vez definido que um determinado grupo de equipamentos deverá ser analisado com esta metodologia, é importante que sejam considerados aspectos como: número de máquinas a serem controladas; número de pontos de medição estabelecidos; duração da utilização da instalação; caráter de estratégia das máquinas envolvidas, e meios materiais colocados à disposição para a execução dos serviços.

Uma vez coletadas as informações, estas deverão ser tabuladas para uma an*á*lise comparativa e de eventual tendência para falha. Providências imediatas devem ser tomadas para que este defeito não proporcione a falha do equipamento.

4.6 Resultados esperados com a manutenção preditiva

Como visto anteriormente, quando um equipamento apresenta uma falha, e necessita da manutenção corretiva, seus custos tendem a ser maiores em comparativo a outros tipos de manutenção. Para as empresas que adotam a manutenção preditiva para suas máquinas ou equipamentos, alguns benefícios são ressaltados como:

- aumento da vida útil do equipamento, pois as falhas normalmente são evitadas;
- controle dos materiais (peças, componentes, partes etc.) e melhor gerenciamento de todos os recursos;
- diminuição dos custos de reparos;
- melhoria da produtividade da empresa, pois acredita-se que o equipamento sempre estará com suas condições plenas;
- haverá uma diminuição dos estoques de produção, uma vez será menor a probabilidade da máquina falhar;
- limitação da quantidade de peças de reposição;
- destaca-se que com máquinas em condições plenas de trabalho, com todas suas partes em perfeita funcionalidade, menor passa ser a condição de insegurança;
- credibilidade do serviço oferecido;
- motivação do pessoal de manutenção;
- boa imagem do serviço após a venda, assegurando o renome do fornecedor.

Para que tudo isto se torne realidade se faz necessário a inclusão de pessoas qualificadas para compor o time de manutenção e equipamentos disponíveis para cada tipo de estudo a ser realizado. Importante destacar que os custos de determinado equipamento diminuíram ao longo do tempo, tornando acessivo a aquisição de muitos. Outra opção são serviços realizados por empresas terceirizadas especializadas nas coletas e análises.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - (TPM)

A *Total Productive Maintenance (*TPM – Manutenção produtiva total) é muito mais que técnica aplicada para a manutenção, trata-se de uma filosofia de trabalho muito além de um sistema corretivo ou preventivo aplicado a máquinas ou equipamentos, é uma filosofia de trabalho. Esta filosofia foi desenvolvida em 1967, pelo japonês Seiichi Nakajima (JPIN), e reconhecida a partir de 1971 com o prêmio PN, concedido à Nipon Denso Co. Ltd (grupo Toyota), a mesma tem como objetivo principal reduzir erros através da manutenção produtiva total.

Nesta filosofia aborda-se a inclusão de todos os profissionais pertencentes a empresa somados as equipes de manutenção objetivando com que os equipamentos passem a apresentar zero defeito, zero desperdício, zero acidente e zero falha. Para tanto, uma nova cultura necessitará ser implementada, todos os colaboradores necessitarão se integrar a esta nova forma de trabalho.

A TPM visa a busca da melhoria contínua no processo de manutenção, com equipes proativas tanto de profissionais da manutenção bem como a integração dos colaboradores, desta forma a identificação de anomalia passa a ser rapidamente detectada e resolvida.

Estima-se que com a implementação da TPM haja redução dos custos com pessoal em 50% e redução na perda de produção em 20%. Soma-se ainda com a implementação da TPM, aumento da vida útil das máquinas ou equipamentos, melhoria dos níveis de qualidade dos produtos da empresa devido principalmente pela diminuição das interrupções causadas por falhas dos equipamentos.

A redução nos níveis de desperdícios muito presente nos processos produtivos, devido a diversos fatores que dependem muito das atividades de cada empresa, também é foco da TPM. Outro fator de muita relevância é a preocupação com os riscos de acidentes principalmente quando envolvem os colaboradores, dentro da filosofia da TPM, busca-se a excelência na gestão dos ativos evitando acidentes e contribuindo no bem-estar dos colaboradores. Outro ponto relevante é a preocupação com a poluição e resíduos gerados, pois a TPM também visa assegurar zero impacto ambiental.

De forma a poder alcançar estes benefícios é importante destacar que se faz necessário um total comprometimento de todos, direta e indiretamente envolvidos, pois trata-se de uma filosofia, uma mudança de cultura e comportamento de todos que compõem a empresa.

A TPM é embasada em pilares, onde estes visam sustentar toda a filosofia. Inicialmente eram 5 pilares que garantiam a sustentação da filosofia, que são eles: melhorias individuais, manutenção autônoma, manutenção planejada, educação/treinamento e melhorias no projeto.

Foto 22: Os 5 pilares iniciais da TPM.

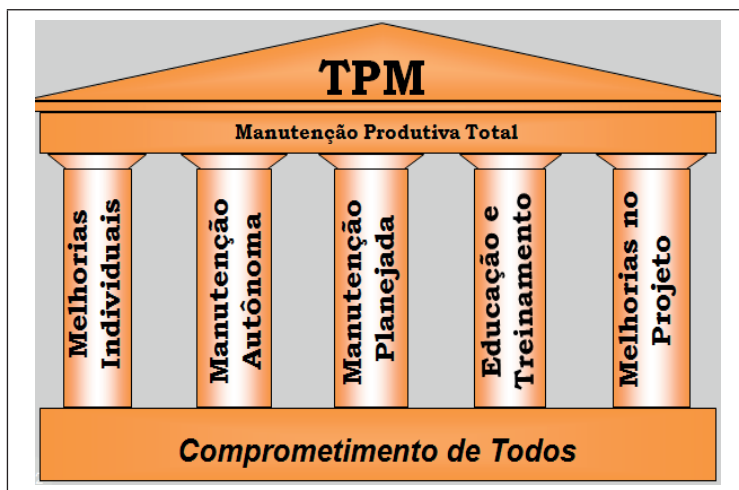
Fonte: http://manutencaoindustrialmoderna.blogspot.com/2015/04/manutencao-autonoma.html

Com a evolução tecnológica de gestão e exigências que passaram a ser atribuídas, a filosofia se adequou às novas necessidades passando a apoiar-se em 8 pilares fundamentais para alcançar a excelência.

Foto 23: Os 8 pilares atuais da TPM

TPM

Manutenção Autônoma

Manutenção Planejada

Educação e Treinamento

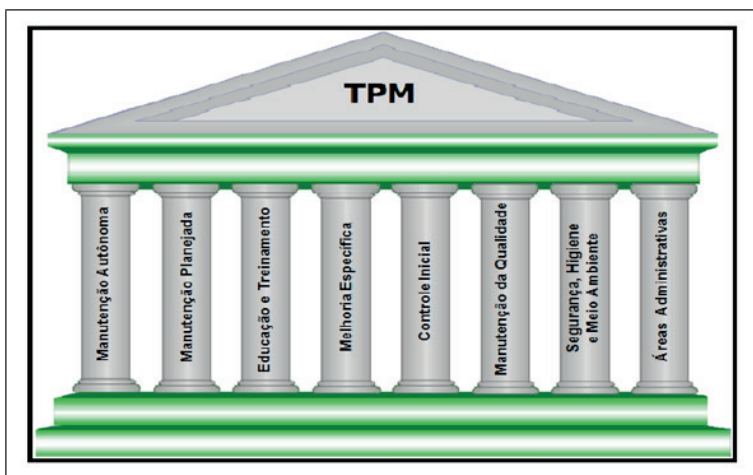
Melhoria Específica

Controle Inicial

Manutenção da Qualidade

Segurança, Higiene e Meio Ambiente

Áreas Administrativas

Fonte: https://www.revistaespacios.com/a14v35n12/14351224.html

Podemos acompanhar de forma melhor detalhada a contribuição de cada pilar para alcançar a excelência da TPM.

5.1 Pilar Manutenção Autônoma - o primeiro pilar.

Neste primeiro pilar, o ponto mais relevante é a capacitação dos operadores, com o propósito de torná-los aptos a promover no seu ambiente de trabalho mudanças que garantam altos níveis de produtividade.

A manutenção autônoma significa mudar o conceito de "eu fabrico, você concerta" para "do meu equipamento cuido eu".

A manutenção autônoma é desenvolvida nas habilidades dos operadores em sete passos:

1º passo – Limpeza inicial;

2º passo – Eliminação de fontes de sujeira e locais de difícil acesso;

3º passo – Elaboração de normas provisórias de limpeza, inspeção e lubrificação;

4º passo – Inspeção geral;

5º passo – Inspeção autônoma;

6º passo – Padronização;

7º passo – Gerenciamento autônomo.

Cada um destes passos serão detalhados a seguir.

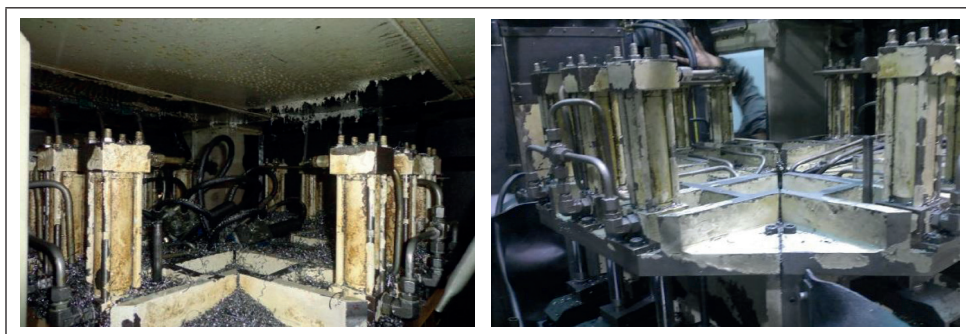
5.1.1. Limpeza inicial.

De forma geral o ambiente produtivo necessita estar o mais limpo possível, pois um ambiente limpo deixará amostras eventuais irregularidades como, fissuras, vazamentos, animais peçonhentos, entre outros. Com a limpeza ficará mais fácil encontrar as ferramentas utilizadas nos processos diários, localizar os produtos que possam estar camuflados por outros materiais diversos armazenados de forma não apropriada. Na figura a seguir podemos perceber um equipamento com suas partes totalmente cobertas de poeira. Neste tipo de casos vazamento, trincas estruturais, falta de conectividade elétrica podem passar desapercebido.

Foto 24: Parte de um equipamento industrial encoberto de sujeira

Fonte: Arquivos próprios

Observa-se na figura abaixo no lado esquerdo, o estado do equipamento antes do processo de limpeza, pois é possível notar a presença de cavaco, poeira e óleo. Já na figura do lado direito é possível notar que todos os componentes foram devidamente limpos, facilitando assim notar qualquer anomalia.

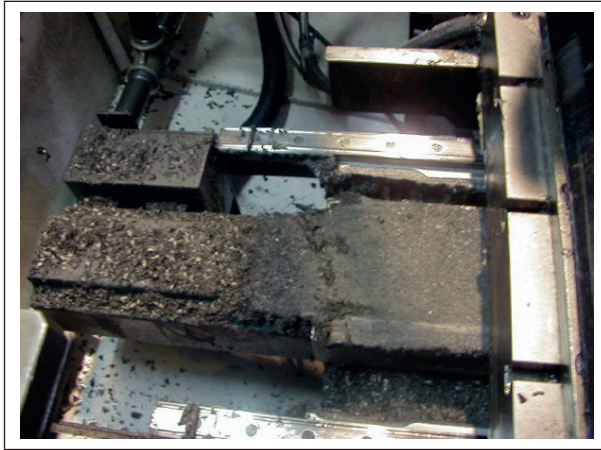
Figura 25: Antes e depois da limpeza de um equipamento de usinagem

Fonte: Revista eletrônica multidisciplinar-Artigo-manutenção autônoma https://revista.facear.edu.br/

Em alguns casos a poeira e sujeira acumulada acabam dificultando o acesso a informações importantes sobre cuidados com estes equipamentos.

5.1.2. Limpeza do equipamento com o apoio da manutenção

A limpeza em alguns casos, é importante que seja realizada com a supervisão de profissionais mais bem informados sobre as áreas que podem oferecer riscos de acidentes, como: partes rotativas, espaço que possam apresentar um certo confinamento, áreas que

contenham produtos químicos ou biológicos nocivos, entre outros.

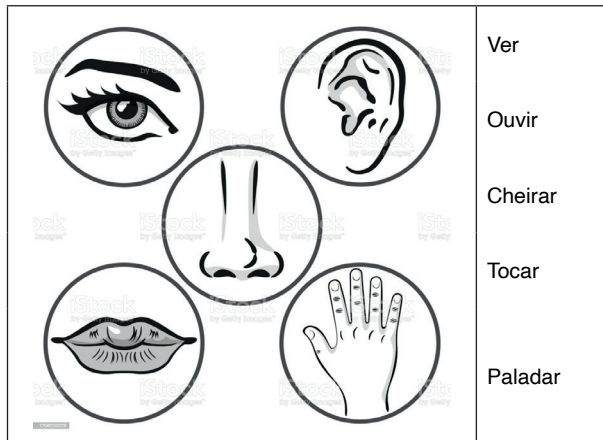
Foto 26: Guias e fusos de máquina CNC tomados por sujeira e cavacos

Fonte: Arquivos próprios

Muitas máquinas, como as de comando numérico computadorizado, possuem partes de difícil acesso e que muitas vezes requer mão de obra treinada para realizar operação como de simples limpeza. Neste tipo de caso justifica-se a presença de um profissional da manutenção, para que em conjunto possa ser realizada a total limpeza de forma correta e segura.

5.1.3. Identificação de anomalias através de etiquetas.

Uma vez os equipamentos limpos, isentos de sujeira ou poeira acumulada, certamente algumas irregularidades serão reveladas, como vazamentos por pequenas fissuras, trincas, falta de proteções que podem levar a riscos de acidentes, algumas peças degradadas pela sua utilização, falta de lubrificação, níveis irregulares de fluidos, cabos elétricos soltos, partes soltas ou faltando, entre outras.

A rotina diária dos operadores dentro da TPM, consiste em manter o equipamento limpo, realizando uma inspeção em pontos previamente definidos na busca de eventuais defeitos ou irregularidades. É comum a utilização dos 5 sentidos para perceber os defeitos.

Foto 27: Os 5 sentidos para limpar e encontrar os defeitos

Fonte: https://media.istockphoto.com/id/1206220029/pt/vetorial/illustration-close-up-five-senses-person-art-line-sight-hearing-smell-taste-touch.jpg?s=1024x1024&w=is&k=20&c=2yX_Fr PNA 7XrJCGkSW16TL -xL0AQNtPSAcB4tM47ok4=

Uma vez encontrado o defeito, é função do próprio operador definir se possui ou não condições técnicas para ele mesmo poder atuar. Caso positivo, deverá ser preenchida uma etiqueta de cor azul, para que haja um registro da ocorrência encontrada.

Alguns defeitos mais complexos certamente exigirá conhecimento específico e deverá ser atribuída a sua solução a profissionais de manutenção, neste momento o operador deverá preencher uma etiqueta vermelha com todas as informações.

Figura 28: Etiqueta para reportar irregularidade - operador e manutenção

Fonte: https://files.ekmcdn.com/leanwarehouse/images/tpm-autonomous-maintenance-defect-tag-red-maintenance-cable-ties-no-cable-ties-select-number-of-tags-100-tags-7457-p.png?w=660&h=9999&v=838a25c3-c3cf-46f6-b393-ac13dbdafff5?v=838a25c3-c3cf-46f6-b393-ac13dbdafff5

É importante destacar que duas vias destas etiquetas sejam preenchidas, uma deverá ser enviada ao setor de manutenção para ciência do ocorrido, a outra via deverá ser fixada junto ao equipamento, o mais próximo possível da anomalia encontrada e relatada. Esta etiqueta que ficará fixada ao equipamento, é importante que sua confecção seja com material resistente a água, óleo e de forma a garantir sua permanência sem que haja soltura.

Figura 29: Exemplo de etiquetas inseridas em um equipamento

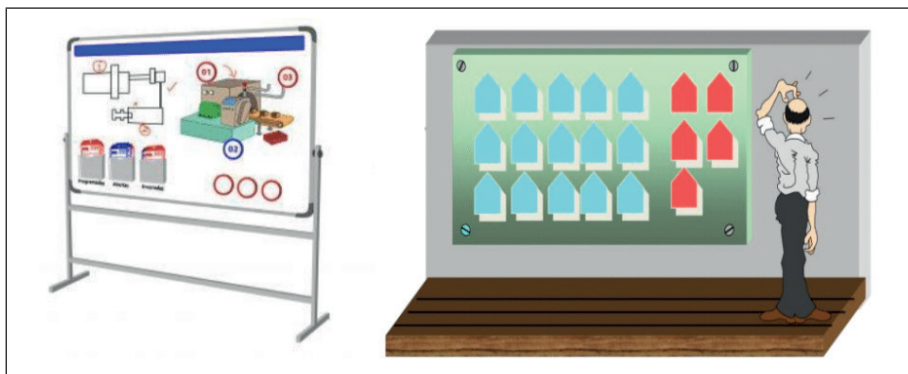
Fonte: http://www.takuminotie.com/English/Illustration/Illustration%20page40/TPM /No173%20efuda.png

Uma vez que o trabalho de manutenção seja executado, tanto por parte dos operadores bem como pela equipe de manutenção, as etiquetas deverão ser finalizadas com seu completo preenchimento e arquivadas para geração de históricos sobre o equipamento.

De forma a favorecer um processo de gestão, muitas empresas adotam um quadro que expressa através de gráficos a necessidade de manutenção que se faz necessário em cada equipamento.

Na primeira etiquetagem realizada, o número de etiquetas vermelhas é muito superior ao número de azuis. Percebe-se então que muitas intervenções poderiam ser realizadas pelo operador, porém este não tem condições técnicas para realizá-las, havendo a necessidade de treinamento para reversão do quadro.

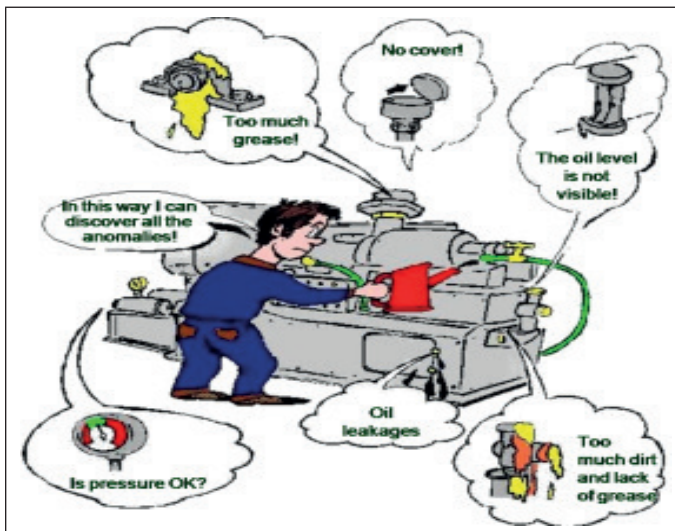
Figura 30: Quadro de gestão das etiquetas de manutenção

Fonte: http://www.takuminotie.com/English/Illustration/Illustration%20page40/TPM/ tagframeword.png

5.1.4. Resolução das anomalias identificadas em curto prazo

Uma vez identificados todos os defeitos, partimos para uma fase de análise quanto a cada um dos defeitos apontados. Os profissionais de manutenção em conjunto aos operadores, elencarão os defeitos mais fáceis de serem resolvidos, defeitos que demandam recurso disponível, rápido de ser eliminado como: reaperto de alguns parafusos, ajustes de correia, reaperto de terminais elétricos, isolamento de cabos elétricos, alguns dutos simples com vazamentos, entre outros que normalmente demandam pouco tempo e recurso.

Obviamente que em muitos casos se faz necessário a disponibilidade de alguns recursos que necessitam ser adquiridos para a efetiva correção. Neste caso é importante que seja planejado junto a direção os recursos para sanar este simples defeito.

Foto 31: Simples defeitos

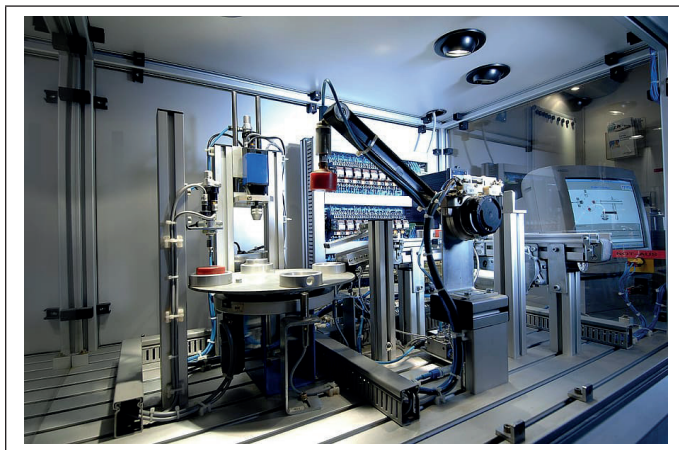
Fonte: https://www.cleanpng.com/png-total-productive-maintenance-management-quality-cl-2696436/

Todo este trabalho deverá ser realizado após reunião envolvendo o planejamento da produção, os profissionais da manutenção e operadores, visando a não interferência nos planos de produção. Em muitos casos nesta fase como costuma ser elevado o número de cartões, dificilmente todos os defeitos são resolvidos em um único dia, necessitando ser programadas várias datas para contemplar todos os defeitos apontados.

5.1.5. Eliminação das anomalias mais complexas

Muitas máquinas ou equipamentos certamente possuem partes complexas que requerem um plano de ação de profissional extremamente qualificado quanto a operação a ser realizada.

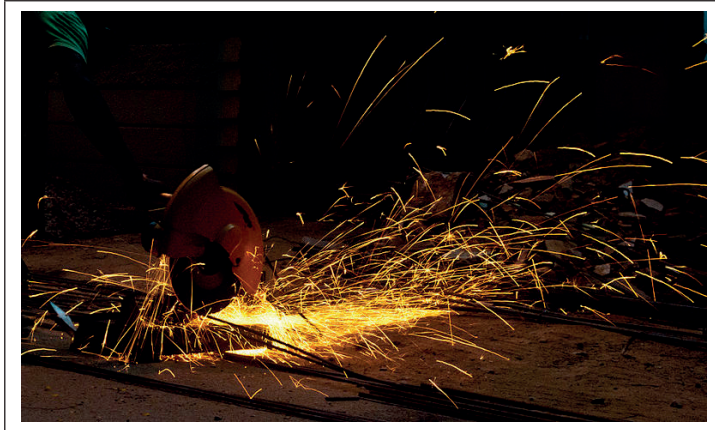
Para solução em definitivo de problemas com magnitude mais complexa, necessita ser elaborado em alguns casos, um planejamento com alto nível de detalhamento técnico que contemplem todas as possíveis variáveis a serem encontradas neste procedimento. Em muitos casos podem envolver até mesmo mão de obra especializada externa para solução destas irregularidades.

Foto 32: Equipamentos de alta tecnologia integrados.

Fonte: https://p0.pxfuel.com/preview/968/49/256/technology-industry-machine.jpg

Para solução de defeitos mais complexos reuniões com a direção da empresa fazem-se necessárias, pois podem necessitar de intervenção morosa, com custos elevados para sua execução.

5.1.6. Eliminação de fontes de problemas e locais de difícil acesso

Muitas máquinas ou equipamentos são construídos e muitas vezes desprezados os critérios de resíduos que são gerados. Por exemplo, o caso de uma lixadeira, que sem um sistema de contenção apropriado, seus resíduos podem ser projetados a metros de sua origem. Equipamentos como o citado, acabam prejudicando a limpeza de máquinas vizinhas e até mesmo do setor inteiro.

Foto 33: Processo de corte e lixamento

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/10/Cutting_steel_rods_with _a_Bench_grinder.jpg/800px-

Para casos como estes, é importante que seja pensado em anteparos que possibilite a contenção deste resíduo e que também seja de fácil remoção para favorecer o processo de limpeza.

Algumas máquinas são totalmente fechadas e, em muitos casos, isto dificulta a visualização de acúmulo de sujeira. Em outros casos, acabam escondendo irregularidades que podem comprometer o funcionamento a curto espaço de tempo do equipamento como um todo.

Os níveis corretos de fluidos lubrificantes, bem como pressões ideais de trabalho, entre outras grandezas importantes para o processo produtivo, necessitam sempre ser acompanhados.

De forma a facilitar a visualização desta informação em algumas máquinas, estes limites são demarcados para facilitar a constatação do parâmetro apropriado. No caso de motores elétricos, são utilizadas setas indicativas do sentido de rotação bem como fitas de facilitam a visualização do correto sentido de funcionamento destes.

Algumas máquinas são até mesmo repintadas com cores claras para poderem ser detectadas sujeiras e vazamentos, lembrando que o principal objetivo será limpar e obviamente manter limpo.

Dentro da TPM é muito importante a participação de todos, focando no diagnóstico da causa da sujeira encontrada, determinar intervalo entre limpezas, realizar limpeza e lubrificação segundo os padrões estabelecidos para a máquina. Parte-se do pressuposto que nada estará bom o suficiente, sempre caberá uma melhoria, por isso é importante o desenvolvimento de habilidades para realizar e implantar melhorias.

5.1.7. Lubrificação

De forma geral, muitas máquinas possuem a necessidade de lubrificação. O lubrificante é uma substância que pode estar em diferentes estados físicos e que são inseridos entre componentes em movimento. O objetivo é reduzir a fricção e proporcionar o deslizamento suave e fácil, entre as partes, buscando um mínimo desgaste e mantendo a temperatura ideal para o trabalho. Com o lubrificante é possível reduzir os desgaste das peças, bem como proteger contra a corrosão.

Desta forma se destaca a integração da limpeza em conjunto com a lubrificação, onde para esta importante ação é fundamental que seja elaborado um procedimento com *checklist* para a limpeza somados aos pontos que exigem a lubrificação, isto, pelos profissionais da manutenção que conhecem destes pontos.

A disponibilidade de todos os recursos para a limpeza e lubrificação deverá ser disponibilizado. Uma vez em posse destes recursos, os colaboradores devem ser treinados para a correta utilização dos mesmos. Para garantir que todos os pontos sejam contemplados pela ação, lembramos da importância e utilização do *checklist* elaborado para a atividade.

Em todas as fases é importante a participação dos profissionais da manutenção principalmente no acompanhamento inicial de todo o processo, instruindo em loco da correta metodologia de trabalho.

Os pontos importantes que merecem maior atenção quanto a necessidade de lubrificação, podem ser determinados pelas observações e conhecimento dos profissionais da manutenção, pois é importante que haja uma compreensão sobre a função de cada elemento que pertence ao conjunto e sua atividade ligada ao processo trabalho.

Cada empresa possui um conjunto de máquinas e equipamentos, cada qual com suas características, estado de conservação, entre outras. É importante a elaboração dos padrões provisórios de limpeza/lubrificação e inspeção com a aplicação dos métodos corretos de lubrificação, tais como: locais de lubrificação, tipos de lubrificantes, método de aplicação, quantidade correta a ser aplicada, etc. Para atender estes quesitos é importante a criação de um manual de lubrificação devidamente aprovada pela equipe de manutenção, e com os padrões determinados para a operação e indicação com clareza da rotina de limpeza, lubrificação e inspeção. Para alcançar esta condição, algumas ações deverão ser tomadas como: o estudo da teoria da lubrificação, a estruturação de uma equipe de lubrificação, anexar a lubrificação ao padrão de limpeza provisório, criar controle visual de lubrificação e inspeção de fácil realização. Neste processo todo é importante que seja estabelecido um padrão de limpeza/lubrificação/inspeção, criando uma folha de rotina que possibilite procedimentos segundo o padrão e procurar reduzir o tempo de trabalho (medindo o tempo de observação das condições básicas de trabalho).

5.1.8. Inspeções

Prevenir a degradação forçada pela poeira e por resíduos externos ou do processo de fabricação, é um ponto importante neste estágio, como já mencionado identificar e eliminar defeitos latentes, falta de lubrificação ou um parafuso solto em ponto de difícil acesso, são exemplos de irregularidade a serem combatidos. Muitas destas atividades podem ser realizadas pelos operadores, que são pessoas que convivem com a máquina e, segundo a filosofia TPM, as mais indicadas para a realização destas tarefas. Para que esta atividade passe a existir com êxito, se faz necessário um levantamento de necessidades dos operadores para habilidades em equipamentos, a elaboração de lições de "Um Ponto ou Ponto a Ponto de Conhecimento Básico" em equipamentos pela equipe de manutenção.

Para os treinamentos se faz necessário a disponibilização de recursos para as capacitações teóricas e práticas em equipamentos, estes profissionais envolvidos necessitam adquirir qualificação através dos manuais de verificações, localizar e reparar pequenos defeitos através da inspeção e preparar um padrão experimental para inspeção autônoma.

Os conhecimentos que são necessários para esta fase são: compreensão das estruturas e das funções dos produtos; compreender regras de garantia de qualidade; definir ferramentas (gabaritos, medidores, etc.) para garantir a qualidade imposta ao produto; preparação de material didático para qualificação em inspeção geral; implementação de qualificação de lideres; acompanhamento de cursos de qualificação e até mesmo a preparação dos manuais de verificação.

Complementando os procedimentos e checklists de Limpeza e de Lubrificação com as habilidades adquiridas pelos operadores citados anteriormente, se faz então necessário do treinamento dos operadores nos procedimentos e *Checklists* definitivos. Capacitar os colaboradores no uso da técnica dos 5 sentidos (cheirar, ouvir, apalpar, visualizar e fala - diálogo sobre) instruir quanto ao preenchimento de eventual formulário ou etiqueta que se faça uso desta técnica.

O colaborador passa então a possuir conhecimento para execução de pequenos reparos ou ajustes e também executar as rotinas mantidas em checklist.

Devem ser bem definidas as atribuições de inspeções da manutenção e da operação. As inspeções devem ser realizadas diariamente e dez pontos importantes devem ser observados, que são eles:

a. Deve ser realizada dentro de períodos pré-determinados (por ex: etapas de 3 minutos) e os itens a serem verificados devem ser controlados em relação a carga e a necessidade, com a divisão de um processo, se necessário;
b. Adotar medidas que permitam inspeções visuais e fáceis realizações;
c. As ferramentas e métodos de inspeção devem ser usados de forma criativa,

utilizando desde indicadores pré marcados, até leitura em IHMs;

d. A localização e os itens inspecionados devem ser claramente indicados, favorecendo sua rápida visualização preferencialmente;

e. A inspeção deve ser feita de forma confiável, sem a ajuda de formulário de verificação;

f. As pessoas devem ser capacitadas de forma específica para a realização das inspeções;

g. Os operários da produção devem receber treinamento para que possam executar a inspeção autônoma;

h. Os operários devem aprender o porque da necessidade da inspeção, o que acontece se ela não for feita e o que acontece quando surgem condições anormais, conscientização da atividade em questão;

i. A prevenção da deterioração deve receber ênfase maior do que a inspeção. Durante a inspeção, retire a sujeira e a poeira e aperte imediatamente o que estiver solto;

j. A importância da detecção precoce de problemas deve sempre ser ressaltada.

Podemos acompanhar alguns exemplos de soluções que facilitaram as atividades de empresas de diversos tipos de segmento.

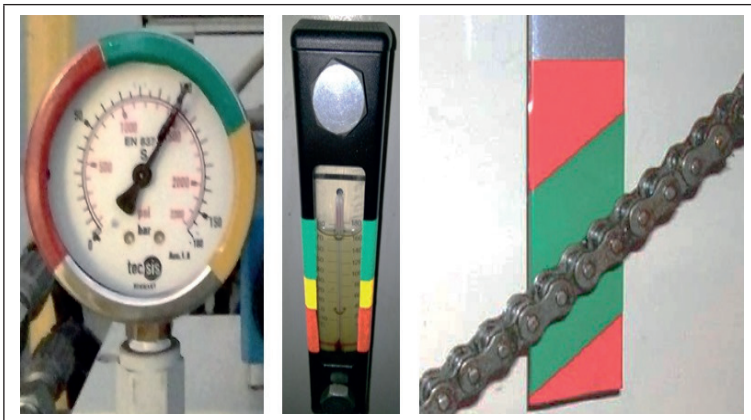
Foto 34: Indicadores, pressão, nível, soltura.

Fonte: Arquivos próprios

Foto 35: Tipos diferentes de visualização

METODOLOGIA TPM	APLICAÇAO	OBJETIVO
		Possibilitar a visualização dos pontos de inspeção, o sentido e a sequência.
LOCAL DE MELHORIA		Identificar pontos onde foram implantadas melhorias.
		Facilitar a vizualização da posição atual e normal em que se encontra o registro.
		Facilitar o acesso visual e físico dos pontos críticos do equipamento.
		Visualizar facilmente a faixa de trabalho ideal.
		Facilitar a visualização da passagem de fluxo de ar.
		Possibilitar a visualização da soltura de porcas / parafusos.

METODOLOGIA TPM	APLICAÇÃO	OBJETIVO
		Possibilitar a fácil visualização dos níveis ideais de óleo e de dreno.
		Possibilitar a fácil visualização dos níveis de óleo.
		Identificar o fluxo de funcionamento de componentes, linhas, processos etc.
		Identificar o sentido e fluído que passa pela tubulação.
Janela de Inspeção e Polia / Roda Dentada		Facilitar a visualização das partes internas, seu estado e movimentação.
Medidor de Tensão		Visualizar o tensionamento de correias / correntes.
TIPO: QUANTIDADE: CÓDIGO:		Identificação do tipo, quantidade e código de correias/correntes.

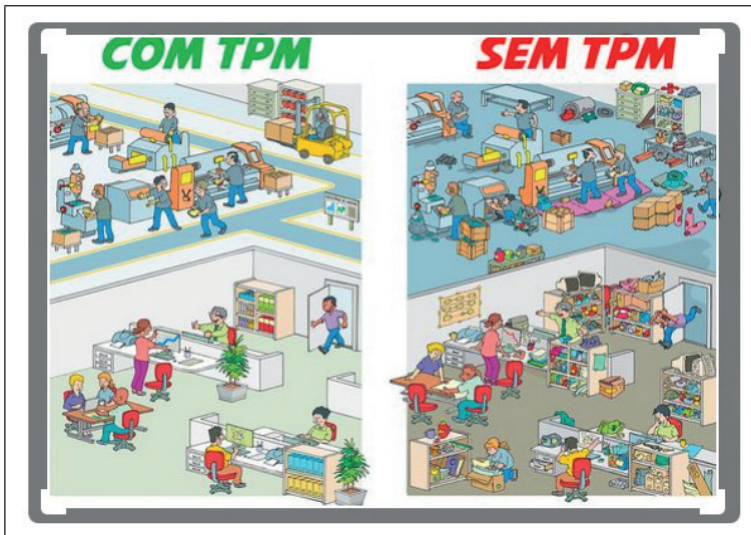
Fonte: Arquivos próprios

As ações de limpeza seguida da lubrificação, trarão uma melhoria nos níveis de detecção de irregularidades, seguidos de uma diminuição de degradação de partes em movimento. Para tanto não é só executar, mas sim executar respeitando as normas e procedimentos pré estabelecidos, e garantir que todo o processo de inspeção deve existir.

5.1.9. Organização e ordem do local de trabalho

Manter a organização no ambiente de trabalho é extremamente importante para qualquer profissional, pois um ambiente organizado melhora os indicadores de produtividade, eleva a qualidade de vida, somando ainda a um melhor conforto.

Foto 36: Organização com a TPM

Fonte: https://br.pinterest.com/pin/577516352209988398/visual-search/

Para que se assegure um ambiente apropriado as condições de trabalho, se faz importante uma completa avaliação de todos os recursos nele contido. É importante entender que muitas coisas que não estão sendo utilizadas, podem ser descartadas ou, até mesmo repassadas para profissionais de outros setores da empresa, que podem fazer uso desses materiais.

A organização do ambiente de trabalho inicia-se com a separação dos recursos que realmente são necessários para as atividades do setor. Será percebido que serão reveladas muitas ferramentas ou materiais que possam estar em desuso.

Uma vez definidos os recursos realmente necessários para o setor, é importante a garantia do bom estado de conservação destes recursos. Garantir ainda que estes recursos estejam devidamente acondicionados e identificados em seu local de armazenamento.

Com esta ação realizada, será certo que muitos materiais serão descartados, sendo assim, será fundamental seu correto destino.

Podemos encontrar este tipo de abordagem dentro do processo denominado 5S onde são trabalhados os cinco sensos visando uma melhoria na qualidade total do produto, bem como os princípios fundamentais comuns ao desenvolvimento humano e profissional.

Esta ação pode e deve ser aplicada em todos os setores da empresa, visando a organização geral da mesma.

5.1.10. A padronização na TPM.

A padronização se refere à organização e formalização dos processos e estabelece um padrão a ser seguido por todos os colaboradores. Para tanto algumas questões

necessitam ser elencadas e respondidas de forma clara, questões como:

A definição do processo a ser tratado na localidade em questão;

A missão desta atividade;

Completo mapeamento e fluxo de processo;

Qual ou quais os resultados esperados pela ação.

Com a padronização algumas vantagens poderão ser obtidas como:

- Identificação de responsabilidade;
- Esclarecimento do fluxo das atividades;
- Modelo de trabalho detalhado para que qualquer um consiga executar;
- Aumento da satisfação geral;
- Redução dos tempos em recursos considerados gargalos;
- Aumento do engajamento de todos e produtividade;
- Facilidade para treinar novos funcionários;
- Redução de custos.

Obviamente que até a obtenção destes resultados, um difícil trabalho deverá ser realizado, pois deverá estar explícito a todos os objetivos desta padronização. Todos os processos deverão estar mapeados, de forma detalhada contendo informações como: responsável, entradas/saídas, tempos, insumos etc. Certamente pontos em potencial de melhoria serão descobertos, e então poderão também ser aprimorados. De forma a garantir um padrão para o processo, é sugerido a elaboração de procedimentos e instruções de trabalho, descrevendo todas as variáveis e cuidados necessários para a performance ideal do equipamento. Todos estes procedimentos então elaborados certamente serão passiveis de melhoria constante, buscando a excelência sempre.

5.1.11. Consolidação do autocontrole

A TPM defende que as empresas só conseguem atingir a sua capacidade máxima de produção se todos os funcionários estiverem envolvidos na manutenção. Ela propõe que os operadores monitorem as suas próprias máquinas e tenham uma sensação de ‘propriedade’. Então a manutenção autônoma atribui autonomia para o operador inspecionar, identificar e solucionar pequenas falhas e anomalias em seu equipamento durante o processo de produção. Eles se tornam responsáveis por tarefas simples como medir a pressão, tensão, temperatura, regular sensores, alguns reapertos, lubrificação e limpeza.

Para esta condição de trabalho se faz necessário que as equipes de manutenção transmitam conhecimento de tal forma que qualquer pessoa possa entender, aplicar e ler. Para esta condição alguns quesitos são importantes a se destacar, como:

- Transmitir ao operador segurança na ação a ser realizada, pois todos têm condições de aprender e certamente será capaz de executar a missão proferida;
- Sempre que possível utilizar de desenhos, fotos, ou figuras que possam melhor ilustrar a atividade em questão;
- Os relatos para efetuar as rotinas de trabalho, podem ser construídos de forma manuscrita, a digitação poderá ocorrer posteriormente, como uma medida de melhoria, já com os parâmetros devidamente oficializados;
- Todas as instruções escritas deverão ser resumidas, porém de fácil compreensão;
- Estas rotinas deverão ser de partes simples e pequenas do equipamento em questão, pois grandes rotinas descritas poderão criar dúvidas no momento de execução.

A maioria dos defeitos nas máquinas são consequência do acúmulo de pequenas causas, dentre elas, a falta de conhecimento dos operadores sobre o funcionamento, e manutenção da máquina. Sendo assim, a manutenção deverá proporcionar treinamento prático/teórico de elementos básicos aos operadores.

Para se obter sucesso com a manutenção autônoma os pontos a seguir necessitarão ser respeitados, são eles:

- Treinamento introdutório: nesta etapa é necessário o treinamento de todos os envolvidos antes de iniciadas a manutenção autônoma, para que compreendam o por que da implantação desta então nova forma de trabalho;
- O trabalho efetivamente a ser realizado: as atividades desenvolvidas não devem ser vistas como esporádicas. Estas atividades devem ser a rotina do próprio trabalho;
- Atividades de círculos: estruturadas em torno de encarregados de primeira linha;
- Quando o número de participantes é elevado, sugere que este grupo seja subdividido em círculos de 5 a 6 pessoas;
- O encarregado participará de um círculo liderado pelo supervisor, o supervisor participará do círculo liderado pelo chefe de seção, o chefe participará do círculo de gerentes e os gerentes da comissão de desenvolvimento do TPM da empresa;
- Princípio da prática: não deve se ater a formas e argumentos, e deve ter como principal objetivo o fato de fazer com as próprias mãos;
- Efeitos reais: em cada etapa devem ser definidos temas e metas concretas que correspondam ao seu objetivo desenvolvendo atividades de melhorias que provoquem efeitos reais;
- A própria pessoa define o que deve ser cumprido: fazer com que as pessoas

envolvidas desenvolvam seus próprios padrões de normas para as diversas atividades de limpeza, inspeção, lubrificação, etc., e desta maneira desenvolvam o controle autônomo das atividades;

- Execução rigorosa: é extremamente importante a execução rigorosa de cada etapa. Cortar caminho, realizando as atividades de maneira incompleta, fará com que o programa seja prejudicado e não trará os resultados esperados.

Uma inspeção geral de todo o sistema seguido de uma análise criteriosa certamente trará uma oportunidade para melhoria de todo o processo.

5.2 Manutenção planejada

Nesta etapa a produção e a manutenção buscam complementar-se, para alcançar uma perfeita harmonia com a adoção da manutenção autônoma ou voluntária pela produção, enquanto a área de manutenção se encarrega da condução do planejamento da manutenção.

A manutenção planejada capacita os funcionários responsáveis pela execução do sistema de manutenção efetivo, visando eliminar possíveis perdas, visa a análise da diferença entre condição básica e condição atual. A manutenção planejada visa ainda a melhorias nos métodos atuais de trabalho, acrescido do desenvolvimento dos padrões para manutenções, visa ainda medidas para estender a vida útil do equipamento e controlar as inconveniências e melhora da eficiência da inspeção e do diagnóstico. Tudo dentro do uso adequado do equipamento até o seu limite.

Neste tipo de manutenção é comum a aplicação dos conceitos da engenharia de confiabilidade na gestão de equipamentos, buscando coletar as condições atuais deste equipamento, estabelecendo um processo de melhoria individual e restaurando degradações.

Criar um sistema de informações para os equipamentos estabelece um parâmetro para análises e programação de futuras intervenções para manutenção, também associando técnicas da manutenção preditiva. Para que todas estas ações alcancem a sua excelência, se faz importante o acompanhamento de todos os resultados obtidos.

Como mencionado no tópico de manutenção autônoma, somente trabalhos mais simples são atribuídos aos colaboradores, no entanto, trabalhos mais complexos e que envolvem conhecimento específico quanto sua ação, é de importância que seja realizado por pessoas capacitadas e com conhecimento para tal. Por se tratar de trabalhos muitas vezes complexos, que demandam recursos específicos, com tempos maiores de intervenção e até mesmo mão de obra específica, necessita ser planeja sua ação.

Para uma implementação da manutenção planejada vários aspectos necessitam ser melhor estudados pois a manutenção planejada trabalha com planos de manutenção advindos de informações baseadas em históricos das ocorrências dos equipamentos, objetivando análises preditivas, somados a planos de manutenção preventivos, planejados em momentos ideais para a parada da máquina ou equipamento, momento este que não

afetem a programação da produção, entre outros objetivos estratégicos da empresa. De forma mais detalhada se ressaltam as seguintes fases para implementação da manutenção planejada:

Fase 1: Condições atuais da máquina ou equipamento.

Nesta fase com base em históricos e com as etiquetas que foram atribuídas ao setor de manutenção na etapa de manutenção autônoma, deverá ser realizado de forma criteriosa das condições de desempenho como quantidade de peças produzidas por hora, índices de peças produzidas com problemas de qualidade. Aspectos relacionados à segurança deste equipamento também deverão ser levados em consideração. Outro ponto importante e que merece atenção está relacionado ao nível de degradação de todas as partes desta máquina ou equipamento. Indicadores como tempo médio entre falhas, MTBF ou até mesmo o tempo médio de reparo, MTTR podem revelar a necessidade de se programar uma manutenção.

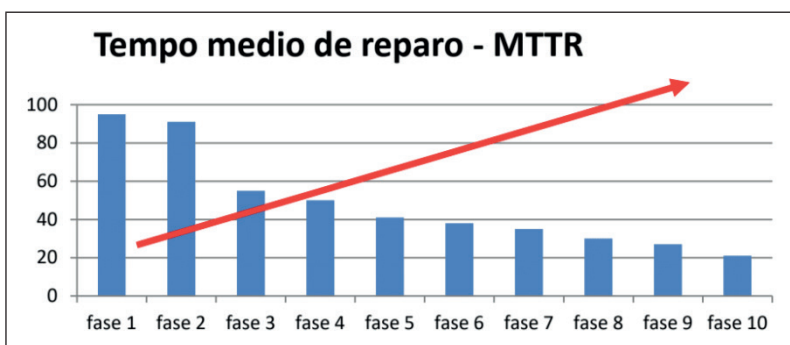
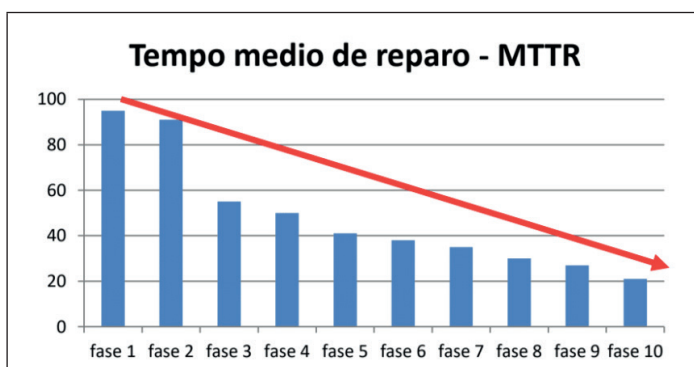
Foto 37: Gráfico do tempo médio entre falhas - MTBF - Aumento devido a intervenção da manutenção planejada

Fonte: Próprio autor

Foto 38: Gráfico do tempo médio de reparo - MTTR - Diminuição com métodos mais eficientes de manutenção

Fonte: Próprio autor

Níveis de desempenho, bem como falhas, acidentes e qualidade, necessitam que sejam estabelecidas como metas e de forma gradativa serem alcançadas com o planejamento da manutenção.

Fase 2: Pensamento em melhoria individual.

Como já mencionado, a manutenção produtiva total, é uma filosofia, onde todos devem se preocupar com as boas condições do equipamento, principalmente os colaboradores diretamente envolvidos nos processos. Todos devem se atentar a eventuais desperdícios que possam se apresentar. Evitar o ressurgimento de problemas que tenham sido tratados porém, que voltaram a aparecer. Isto proporciona despesas que certamente podem comprometer as estratégias da empresa, pois uma equipe seria alocada para a solução da situação-problema onde poderia estar aprimorando outros equipamentos. Nesta fase acredita-se que a ideia de combate aos desperdícios deve estar incorporada por todos.

Fase 3 - Trabalhar com indicadores

Uma vez que as condições das máquinas ou equipamentos tenham sido estabelecidas e todas as fontes que possam originar os desperdícios. Uma nova fase é importante que seja estabelecida, a fase de criação de indicadores que possam nortear as equipes para futuros planos de ação.

Encontramos ainda hoje empresas que não possuem sequer um apontamento sobre as falhas que aconteceram com seus equipamentos. A falta destas informações são de suma importância para as tomadas de decisão sobre um plano de ação a ser elaborado. Diversas são as formas de registro para estas informações, simples cadernos, planilhas eletrônicas ou softwares dedicados que normalmente são utilizados por grandes empresas. Ressalta-se assim a necessidade destes apontamentos, com informações corretas, apontamentos precisos, para que hajam ações planejadas direcionadas às falhas.

Fase 4 - Elaboração de planos de manutenção

O planejamento só é possível se realmente existir a perfeita noção das ocorrências que comprometem o sistema. Uma vez em posse das informações sobre as falhas que acontecem na máquina ou equipamento, que surgem através dos apontamentos dos colaboradores, ou via sistema ou de forma mais simples, estas informações discutidas em reuniões que podem envolver as equipes de produção e manutenção, poderão agendar datas compatíveis às estratégias da empresa para uma intervenção planejada.

A manutenção planejada visa pensar em todos os serviços que deverão ser realizados em datas e horas previamente estabelecidos que favoreçam a todos. Este tipo de manutenção leva em consideração todos os recursos necessários para a realização da intervenção prevista. Estabelece ainda uma rotina de execução previamente pensada para se garantir os tempos de intervenção. Deve ser previsto nesta fase os procedimentos de operacionalidade do equipamento e formalização de sua entrega.

Fase 5 - Sistema de manutenção preditiva

A manutenção preditiva monitora de forma sistemática, em tempo real ou em períodos previamente definidos o comportamento de algumas partes ou conjunto de máquinas ou equipamentos quanto a parâmetros que possam representar defeitos que possam levar a falhas.

Este tipo de manutenção faz uso de equipamentos com tecnologia e capacidade de quantificar ou indicar parâmetros que traduzam o estado estimado de um componente analisado. Pode-se citar: a análises de vibração, as análises em óleos e fluidos, ensaios de ultrassom, termografia entre outras que possam traduzir o estado da parte analisada.

Com estes dados conhecidos é possível estimar a vida útil deste componente e traçar um plano preventivo de substituição do elemento avariado anteriormente à sua falha.

Toda esta tecnologia para diagnóstico apresentam altos valores de investimento e que requerem de cronogramas para aquisição e treinamento dos colaboradores diretamente envolvidos neste processo.

Fase 6 - Verificando os resultados da manutenção

Outra fase importante nos processos de implementações é a necessidade de mensurar os resultados obtidos com as ações realizadas. Medir os resultados da implementação da manutenção autônoma, das ações preventivas e preditivas, comparando estas com os dados anteriores. Traçar para cada equipamento metas a serem alcançadas.

Nesta fase é importante a definição de plano de melhoria contínua, com o auxílio de novas tecnologias, bem como treinamentos dedicados a cada sistema pertencente às máquinas. Técnicas de análises de falhas podem melhorar a repetibilidade de falhas. Todas estas contribuirão para uma redução dos custos industriais, trazendo ainda uma maior vida útil para o ativo.

5.3 Melhorias específicas ou individuais.

Neste pilar da manutenção produtiva total, as melhorias específicas e individuais são o grande foco. Porém é importante compreender que as melhorias específicas proporcionam um aumento na eficácia dos equipamentos proporcionando um acréscimo nos rendimentos e eliminação das perdas.

De forma geral é importante que as melhorias ocorram de forma constante e diariamente, porém em muitos casos, de forma prática, acabam não ocorrendo por diversos fatores, como: falta de recurso, mão de obra, disponibilidade de máquina parada entre outros.

Algumas metodologias foram desenvolvidas ao longo dos tempos para, de forma objetiva, garantir sua implementação, como: a escolha do tema, a formação de um time de projeto, o registro deste tema, definições e implementação do projeto e por final a avaliação dos resultados deste trabalho.

Como já mencionado a TPM é uma filosofia, onde as pessoas são de extrema relevância para seu sucesso. Todas as ações de melhorias são relevantes ao desempenho global. São comuns casos onde são dedicados esforços maciços em atividades específicas e deixado de lado pequenas atividades criadas por alguns grupos. Todas as atividades de melhoria devem ser vistas como atividades relevantes ao sucesso, caso contrário, pequenas atividades desenvolvidas e deixadas de lado podem gerar como resultado a desmotivação passa a tomar conta do sistema. De forma a sempre criar uma motivação, em muitos casos são comuns a criação de prêmios que incentivem projetos de melhoria.

De forma aplicada, uma vez conhecendo os objetivos da filosofia, e a importância de se evitar os desperdícios, se faz momento de se mergulhar no processo a ser estudado. Os levantamentos de informações quanto aos problemas relatados. Esta base de informação poderá fornecer informações sobre os principais fatores que proporcionam as falhas e que certamente podem ser fonte de desperdícios. Esta equipe deve estudar as condições básicas e necessárias para assegurar o apropriado funcionamento do equipamento. E estudar ainda, os principais fatores que prejudicam seu desempenho. Seria de muita valia que esta equipe dominasse as técnicas de análise de falhas e que seja observadora, para descobrir potenciais pontos de oportunidade de melhoria. Reuniões que possam envolver diferentes equipes é bem-vista, pois é possível a troca de experiências entre elas, o que poderá contribuir na solução de problemas já anteriormente analisados. É importante que todas estas atividades sejam supervisionadas, e que tenham seus resultados avaliados.

Surge então uma questão, como iniciar o processo de implementação e atividades relacionadas às melhorias dos processos?

Para o processo de melhoria é fundamental que seja inicialmente selecionado o setor, ou a localidade a ser implementada a melhoria, isto por determinações da própria direção, ou utilizando critério de importância deste local para o empreendimento. Uma vez selecionado, o time de trabalho deverá planejar as atividades.

O início se dará com um mapeamento de todo o fluxo de processo, procurando identificar os recursos tidos como restrição ao processo produtivo ou “gargalos”. Nesta etapa é importante que seja elaborada uma forma de se estabelecer valores com objetivo de referência, mensurando tempos de equipamento parado, custos gerais com paradas/ falhas e periodicidade das falhas. É importante que todas as anomalias sejam reportadas e pequenos defeitos sejam corrigidos, garantindo as condições básicas dos equipamentos.

Uma vez diante de uma falha, uma análise criteriosa deverá ser realizada para identificar as verdadeiras causas do surgimento desta falha. Algumas falhas poderão ser recorrentes de falhas no projeto do equipamento, isto requer então a integração do setor de engenharia, com rearranjo do projeto original. Posteriormente aos estudos, se recomenda um protótipo que demonstre a funcionalidade do sistema pensado.

Uma vez em posse de todas as informações, dados específicos entre outros, trabalha-se em planejar as ações a serem desenvolvidas, analisando os custos envolvidos,

as disponibilidades, os riscos, as vantagens, desvantagem e todos os fatores que abrangem esta ação estudada.

Uma vez todos estes estudos realizados, a etapa subsequente, está relacionada efetivamente em colocar em prática todo o projeto de melhoria. Este processo poderá demandar tempo e disponibilidade do equipamento ou máquina, neste sentido é importante que esta ação esteja em consonância aos demais gestores da empresa.

Todo novo processo necessita de treinamento, testes iniciais com os colaboradores direta e indiretamente envolvidos, para tanto neste momento se faz importante a participação de todos para o perfeito funcionamento deste sistema a ser melhorado.

Como já mencionado em outras abordagens é sempre importante que haja uma análise desta evolução com a coleta de novos indicadores. Caso os valores de desempenho não forem favoráveis, uma nova análise de falha desta vez de forma muito mais aprofundada, um novo planejamento e implementação deverá ser realizada.

Algumas empresas que trabalham com setores semelhantes ou até mesmo com plantas que possam estar situadas em outras localidades poderão se beneficiar deste plano de melhoria para seus equipamentos com iguais características.

5.4 Melhorias no projeto

Esta fase estará conectada com maior ênfase à engenharia da empresa. Uma vez as melhorias implantadas, pequenas adequações advindas do próprio setor de produção certamente surgirão, pontos que necessitarão de conhecimento mais aprofundado envolvendo conhecimentos da área da engenharia, envolvendo projetos dedicados como, por exemplo, dificultar a condição de acúmulo de sujeira, acesso mais fácil às partes que necessitam de lubrificação, artifícios que facilitem as inspeções de rotina entre outras atividades.

Neste pilar alguns objetivos são destacados como:

- A redução da necessidade de manutenção do equipamento;
- Construção de um equipamento com confiabilidade;
- Facilidade de operação e manutenção;
- Facilidade na implementação de manutenção autônoma;
- Conformidade às normas e segurança.

Com a implementação deste pilar, é esperado redução do custo, aumento da vida útil do equipamento e confiabilidade aumentada do equipamento.

Para um projeto de melhoria mais relevante, ou de um novo equipamento, recomenda-se alguns cuidados, que se somam para a obtenção de uma máquina mais eficiente, dentre outros aspectos.

Para que o projeto tenha êxito, é importante que os engenheiros conheçam as características do produto manufaturado, todas as qualidades, somando-se ainda as informações do setor de produção com todas as etapas que se fazem presentes para a obtenção do produto.

Integrar os profissionais do setor de manutenção na fase de projeto é muito importante, para que partes de difícil acesso sejam eliminadas e que sejam facilitadas a lubrificação e limpeza. Quando houver a necessidade de manutenção, que esta ocorra de forma mais rápida possível.

Desta forma, vários problemas poderão ser corrigidos, com redução nos custos, sem que haja restrições para a produção e garantindo os padrões de qualidade e segurança.

Uma visão sistêmica dos valores mapeados em cada etapa do processo ajudam a obtenção de um bom projeto. Uma visão mais abrangente dos custos envolvidos com a operacionalização do equipamento, poderá nortear a excelência.

Analisar os seguintes custos:

- todos os custos relacionados a logística como: embalagem, transporte, manuseio, armazenamento, estocagem;
- os custos de operação e que envolvem as: instalações, a energia, ar comprimido, sistema de arrefecimento, entre outras utilidades;
- custos de manutenção, somados a assistência técnica, oficina de dedicadas as operações de manutenção, mão de obra especializada e treinamentos;
- custos de estoque de peças sobressalentes;
- custos de ferramentas, dispositivos e equipamentos voltados a teste;
- custos da reforma propriamente dita.

De forma a alcançar todos os objetivos, são descritas a seguir as quatro etapas para o sucesso no projeto, são elas:

Etapa 1 - Investigar e analisar a situação atual, com um desenho de um fluxograma de como é realizado o trabalho atual, identificando eventuais problemas no fluxo de processo. Deverão ser esclarecidos os mecanismos adotados para prevenir problemas no estágio de cotação do equipamento. Deixar claro ainda quais problemas ocorrem na produção piloto, teste de operação, início de operação e quais ações corretivas foram tomadas. Nesta etapa é importante identificar alguns atrasos que ocorram durante a produção piloto, teste de operação e início de operação. Relatar aspectos de operacionalidade, qualidade, mantenabilidade, confiabilidade, segurança e competitividade.

Etapa 2 - Estabelecer um sistema de melhorias no projeto, analisando e projetando estrutura requerida que foi definida no escopo de aplicação. Importante elaborar um sistema onde possam ser registradas informações para posterior análise. Elaborar ainda formulários necessários para operar o sistema.

Etapa 3 - Iniciar o novo sistema e promover treinamento com registro passo a passo para cada fase e tópico. Neste mesmo tempo, treinar as pessoas nos padrões técnicos requeridos para implementar o novo sistema. Para cada atividade, avaliar o novo sistema em termos de como as pessoas estão entendendo, como estão suas habilidades no uso da técnica, como está o retorno do uso no local de trabalho. Usar os resultados desta avaliação para manter ou modificar o sistema e os vários padrões e documentos. Por final registrar os ganhos com o uso do sistema.

Etapa 4 - Aplicar o novo sistema definitivamente em todas as áreas com objetivo de otimizar o custo do ciclo de vida e garantir o uso de informações no projeto de equipamentos e produtos. Também é importante a identificação de problemas que ocorrem em cada estágio.

Com essa metodologia, você consegue aumentar o engajamento operacional em manutenções, direcionando para a prevenção e principalmente para o planejamento, atendendo o pilar de manutenção planejada nos conceitos que tangem a TPM.

5.5 Educação e treinamento

No quinto pilar treinamento, destaca-se a importância de capacitar os colaboradores nas máquinas ou equipamentos, pois com os devidos conhecimentos transferidos aos profissionais diretamente envolvidos, poderá se obter os benefícios da manutenção autônoma com as devidas tratativas e boa operacionalidade.

O treinamento no local de trabalho certamente será o diferencial para o sucesso da manutenção produtiva total, podendo ainda estes profissionais serem classificados quanto a seus conhecimentos sobre o equipamento, tempo de função e habilidades específicas nesta função.

O objetivo deste quinto pilar, educação e treinamento, é promover um sistema de capacitação de todas as pessoas, tornando-as aptas para o pleno desempenho de suas atividades e responsabilidades, dentro de um clima transparente, motivador, seguro e melhor ambiente de trabalho.

Para este processo de treinamento será importante determinar o perfil ideal dos operadores e mantenedores, realizando uma avaliação da situação atual. Posterior a esta condição será fundamental a elaboração do plano de treinamento para operadores e mantenedores. Uma vez planejado, compete então sua implementação.

Para comprovação dos conhecimentos assimilados uma avaliação deverá ser realizada. Um ambiente de autodesenvolvimento é importante que seja criado, estimulando ainda mais o processo de conhecimento. As avaliações das atividades e estudos de métodos para atividades futuras também devem ser previstos.

Importante destacar que nesta fase de treinamento será importante que hajam abordagens práticas e teóricas. Isto deverá ser realizado respeitando o currículo de treinamento; planos e materiais para treinamento 70% prática, 30% leitura; salas de aula

com 6 a 10 pessoas a serem treinadas.

Em todo momento é importante que seja projetado e desenvolvido um programa de desenvolvimento de habilidades, encorajando sempre o autodesenvolvimento. Como visto, avaliar as atividades e planos para o futuro é fundamental para um processo de aprimoramento e acompanhamento via indicadores.

Os níveis de treinamento poderão classificar operadores com diferentes graus de expertise, como podemos acompanhar a seguir:

Operador com classe I

Este operador possui capacidade de detectar anormalidades e consequências, como a percepção da importância da lubrificação e da limpeza. Este profissional poderá executar todas estas tarefas de forma correta e precisa. Poderá ainda detectar eventuais anomalias que possam prejudicar a produção, a máquina entre outros. Por se tratar de uma filosofia que visa combater os desperdícios, este profissional compreende a importância de minimizar as sobras, propondo melhorias e corrigindo as irregularidades encontradas.

Operador com classe II

Somando a todos os conhecimentos presentes no nível anterior acrescenta-se a este operador a capacidade de compleição da estrutura e funções do equipamento, sendo capaz de descobrir as causas das anormalidades. Para isto será importante entender os pontos-chave de construção do equipamento bem como as causas de anomalias. Este profissional deverá ser capaz de entender corretamente o motivo de uma parada repentina, atribuindo um correto diagnóstico dos motivos da falha.

Operador com classe III

Com as capacidades presentes no estágio anterior, este operador deve compreender a relação entre equipamento e qualidade da operação, sendo capaz ainda de predizer defeitos e descobrir suas causas. Este profissional deverá possuir a capacidade de analisar características e fenômenos físicos, somando ainda a análises de tolerâncias de precisão, todas as causas e efeitos que possam ser resultantes destes.

Operador com classe IV

Este operador, somados a todos os quesitos anteriormente vistos, poderá reparar os equipamentos. Este profissional poderá repor componentes degradados pois conhece a vida útil das partes do equipamento, sendo capaz ainda de diagnosticar as causas das falhas, tomando as eventuais ações urgentes.

A execução destes treinamentos normalmente são realizados em conjunto com os próprios profissionais da manutenção em conjunto com eventuais instrutores externos. Em alguns casos são convidados fornecedores para ministrar palestras e treinamentos quanto ao melhor uso de seus recursos. Uma prévia análise deverá ser realizada para percepção dos níveis de conhecimento dos colaboradores

Nunca deve ser permitido que um operador não capacitado trabalhe em um

equipamento sem o devido treinamento, pois este profissional poderá causar problemas operacionais, riscos de acidentes e falhas. Do ponto de vista de outros profissionais, isto poderia ser um desestímulo para aqueles que estejam qualificados.

A estratégia dos treinamentos leva em consideração que os profissionais qualificados da manutenção serão responsáveis pelo treinamento dos líderes de produção, estes então transferem aos seus subordinados, multiplicando então o conhecimento.

Para os profissionais da manutenção é importante que sempre mantenham-se atualizados quanto às tecnologias presentes nos equipamentos que possam mais facilmente apresentar falha e que representam grande valor agregado para o produto. Será importante um aprimoramento nas técnicas relacionas ao correto manuseio, operação e atividades de manutenção diária. Outra atividade que merece destaque, principalmente pelas práticas atuais de manutenção relacionadas a gestão de ativos, são as análises de confiabilidade, que visam aumentar a vida útil e evitam as falhas.

O treinamento não deverá ficar apenas no nível de manutenção e operação, este treinamento também deverá ser estendido a:

a. Gerentes aprenderem a planejar, com objetivo de aumentar a eficiência dos equipamentos, implementando sempre melhorias com foco a quebra zero e defeito zero;

b. O pessoal de apoio da manutenção deverão ser treinados em princípios básicos da manutenção, habilitações específicas ligados aos equipamentos presentes na empresa, orientando e apoiando os operadores que participam da manutenção autônoma;

c. Os líderes são importantes para capacitar os operadores em reconhecer anormalidades nos equipamentos durante as atividades diárias e inspeções.

Estes cursos de formação são fundamentais para que os operadores incorporem o espírito de “da minha máquina cuido eu”, garantindo gradativamente o sucesso da manutenção autônoma, bem como os profissionais da manutenção deixem de ser meros “apagadores de incêndio” e executem a verdadeira engenharia de manutenção.

De forma geral, as pessoas necessitam de estímulos para crescer, precisam de informações e respostas, e onde podem melhorar. O pilar educação e treinamento visa suprir a carência na capacitação e incorporar a filosofia de “da minha máquina cuido eu” garantindo o sucesso da manutenção autônoma.

5.6 Manutenção da qualidade

O conceito de qualidade está relacionado à capacidade do produto em atender as condições previamente estabelecidas. Para que haja qualidade é extremamente importante que a matéria prima esteja em conformidade ao estabelecido. Tratando de uma linha de

produção, é importante que cada etapa transfira seu produto com a qualidade previamente estabelecida. Com esta condição podemos associar a ligação direta das máquinas e equipamentos com as boas condições destes, pois a partir desse momento a redução dos defeitos ocorre naturalmente no pilar da manutenção da qualidade, como reflexo das melhorias feitas nos equipamentos, conforme a evolução de suas condições básicas e operacionais estabelecidas como:

- Instruções de trabalho para equipamentos;
- Padronização de condutas e tarefas;
- Especificações técnicas e gerenciais de manutenção;
- Controle de registros e documentos;
- Manuais, catálogos de peças e validações.

A manutenção da qualidade, garante a continuidade do programa de redução de defeitos, e consequente falha e para alcançar estes objetivos, é importante que sejam realizados uma série de levantamentos como:

- panorama da situação da qualidade;
- uma matriz de Garantia da Qualidade;
- tabela de análise das condições das entradas da produção;
- planejar solução do problema;
- avaliar seriedade dos problemas;
- analisar e bloquear as causas dos problemas;
- simular impacto com as medidas propostas;
- implementar Melhorias;
- revisar as condições de entradas de produção;
- consolidar e confirmar pontos de verificação.

Como ponto importante para o controle de todo este processo, a elaboração de uma tabela de controle da qualidade e componentes fazem-se necessárias, visando garantir a qualidade através de um rigoroso controle das condições.

5.7 Saúde, segurança e meio ambiente

Evitar parada de máquinas e equipamentos e garantir seu perfeito funcionamento é muito importante, porém a filosofia TPM se sustenta em oito pilares, todos muito importantes, e neste sétimo pilar se destaca a preocupação com a saúde do colaborador, bem como sua segurança ao desempenhar suas funções, evitando os riscos com acidentes e somando ainda zero impacto ambiental. Neste contexto, a adoção de estratégias que promovam a

segurança dos colaboradores e previnam a agressão de produtos indesejáveis ao meio ambiente passam a ser o principal objetivo e foco deste pilar.

Como visto, este pilar se integra aos demais com a elaboração de rotinas que assegurem a segurança dos colaboradores, melhorando a confiabilidade dos equipamentos com auditorias que garantam total segurança a todos os que estão direta e indiretamente envolvidos no processo.

No que tange às doenças e meio ambiente, devem ser criados sistemas e indicadores que apontem os riscos de acidentes, doenças ocupacionais e danos ambientais em zero. É importante destacar que a segurança no trabalho utiliza de técnicas, atividades e equipamentos que visam a proteção dos colaboradores contra os acidentes.

A segurança do trabalho, bem como atividades que possam envolver possível impacto ambiental, são definidas por leis. Existem legislações específicas que regulamentam a grande maioria das atividades profissionais e estas precisam ser respeitadas, sob risco de sanções civil e criminal.

Para alcançar estes objetivos várias ações podem ser planejadas para que sejam minimizados estes riscos, obviamente que isto dependerá bastante da atividade de cada unidade de negócio, ações como:

- inicialmente estudar as atividades que possam apresentar riscos;
- eliminar as fontes de risco de acidentes;
- seguir as leis vigentes para cada tipo de máquina ou equipamento;
- conscientizar os colaboradores sobre a importância do uso correto dos equipamentos de proteção individual e coletivo;
- propor melhorias nos sistemas que possam apresentar inseguranças;
- avaliar as medidas implementadas.

Como visto, a TPM se sustenta e seus pilares se integram, pois quando se busca defeito zero, de uma certa forma, se obtém melhoria na segurança. Neste mesmo sentido a própria manutenção autônoma promove a limpeza, a responsabilidade de “desta máquina cuido eu”, e com isto, indícios de vazamentos são rapidamente detectados e resolvidos em seguida, isto contribuindo para o risco zero de impacto ambiental.

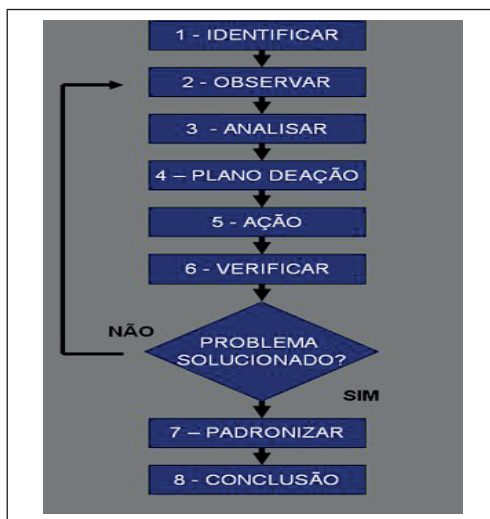
Para a saúde ocupacional, a TPM propõem melhoria nos equipamentos no sentido de redução dos níveis de ruídos, a substituição de fluídos nocivos para produtos menos nocivos ao homem, entre outras ações que possam melhorar o convívio do homem com a máquina.

5.8 TPM Administrativo

As empresas são um sistema complexo em constantes alternâncias, tudo ocorre em todos os setores e quando mencionado o setor administrativo, que normalmente é composto de vários subsetores, este, de forma direta ou indiretamente irá contribuir para o desempenho do setor de produção. As informações nascem no pedido do cliente, com contato do departamento de vendas, que o transforma em pedido, onde, com as informações compiladas pelo setor de engenharia, são transferidas para o ambiente de produção.

A produtividade e a eficiência no âmbito das funções administrativas buscam identificar e eliminar as perdas. Este pilar visa também reduzir o quanto for possível do excesso burocrático, com isto poderão haver grandes reduções nos custos administrativos, assim sendo, se faz importante reduzir os trabalhos repetitivos e eventual redundância nas informações. Um rearranjo de layout pode melhorar a distribuição dos equipamentos de escritório, tornando-o inclusive, um ambiente de trabalho mais agradável. O foco na atividade deste oitavo pilar são as melhorias administrativas e visa transformar os escritórios em “Fábrica de Informações”, eliminando tudo que possa reduzir a eficácia do sistema de produção, sendo capaz de fornecer alta qualidade, pontualidade e informações confiáveis.

Na TPM administrativa é comum utilizar-se da metodologia MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas) para resolução de problemas através de times de melhorias.

Foto 39: Metodologia de análise e solução de problemas - MASP

Fonte: Própria autoria.

Desta maneira, será possível estudar o processo em sua íntegra e solucionar eventuais desperdícios nesta fonte.

Atualmente, muitas empresas possuem softwares de integração (ERPs) de todas as diferentes áreas e setores que nesta possa existir, certamente que estes sistemas contribuem numa melhor forma de atender as necessidades do dia a dia, bem como na geração de relatórios gerenciais e este pilar poderá também se beneficiar desta tecnologia.

5.9 TPM - Considerações e benefícios

Como visto, a TPM se faz com o envolvimento de todos, integrando setor produtivo, ambiente administrativo, melhor dizendo a empresa como um todo, e sendo uma filosofia que deve ser incorporada, um jeito diferente de enxergar a manutenção, a produção, a empresa como um todo.

Existem relatos onde muitos executam a limpeza apenas e dizem estar com a TPM em nível avançado. A TPM pode levar de 3 a 4 anos para ser implementada, com o envolvimento de todos e partindo da alta direção, caso contrário, não passará de uma simples faxina.

Os benefícios que a TPM pode proporcionar, pois se faz necessário entender o árduo trabalho até chegar nestes certos e positivos resultados, são:

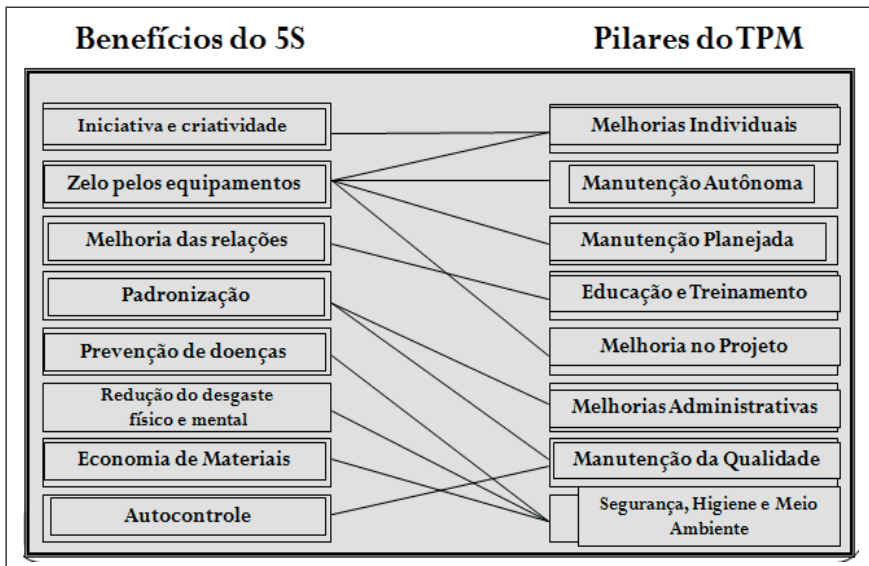
- Na qualidade: Redução na quantidade de produtos defeituosos para menos de 10%.. Redução nos níveis de reclamações internas e externas para menos de 25%, em relação aos valores atuais ou de início.
- Produtividade: Será notado um aumento na produtividade de 1,5 a 2 vezes os valores antes da TPM. A disponibilidade das máquinas ou equipamentos terão os mesmos desempenhos. As paradas destes equipamentos por acidentes diversos, serão reduzidos a valores 50 vezes menores, dependendo do tipo de atividade de negócio.
- Nos custos: Serão notórios os custos de energia de forma geral. Se atribuirmos custos de manutenção às unidades produzidas, poderemos perceber uma redução nestes valores por ordem de 35% a menos por peça, lembrando, custo de manutenção. Os processos por se tornarem mais simples e dinâmicos, terão redução em seus custos também.
- Atendimento ao cliente: Os níveis de estoque poderão ser reduzidos em até 40% com o aumento dos níveis de confiabilidade dos equipamentos, garantindo ainda um cumprimento nos prazos de entrega.
- A moral dos colaboradores: Será notado um aumento de até 7 vezes a quantidade de sugestões para melhorias, também será notada uma grande redução nos níveis de absenteísmo e redução para zero os números de acidentes.
- Meio ambiente: Serão notados níveis de zero risco de poluição ao meio ambien-

te, e grande redução aos níveis de rejeitos tratados.

A TPM se associa a outras técnicas e filosofias como, por exemplo: as cartas de tendências, brainstorming, lição ponto a ponto (LPP) e até mesmo ao 5S. O 5S também é uma técnica japonesa que visa resolver problemas de maneira simples e eficiente. É chamado de 5S pelo fato das atividades a serem realizadas se iniciarem com a letra "S", são elas:

- Seiri = Senso de utilização, seleção e classificação;
- Seiton = Senso ordenação, arrumação e organização;
- Seiso = Senso de limpeza e inspeção;
- Seiketsu = Senso de saúde, higiene, padronização e asseio;
- Shitsuke = Senso de autodisciplina, autocontrole e respeito.

Existe uma ligação bem forte entre a TPM e o programa 5S, podemos melhor visualizar na foto abaixo.

Foto 40: Benefícios 5S e os pilares da TPM.

Fonte: próprio autor.

A metodologia 5S é considerada por muitos um primeiro passo para efetivação da TPM.

5.10 TPM - Falhas na implementação da TPM

Como em muitas ações a serem implementadas nas empresas, é importante que a alta administração conheça sobre a filosofia da TPM, e que a implementação ocorra com as diretrizes do topo da hierarquia para os demais níveis.

Outro erro comum cometido é a atribuição de toda a filosofia somente para o setor de manutenção, como visto, todos devem fazer parte do sistema, e é importante que a própria direção comunique sobre estas condições e metodologias.

Todas as falhas que acontecem são certamente oriundas de fenômenos físicos e devem ser tratados com a ciência. Em alguns casos, as soluções para uma rápida intervenção pode ser dificultada pelos layouts, prejudicando as atividades de manutenção autônoma.

Para a aquisição de novos equipamentos e partes, apenas os custos são levados em consideração, isto certamente poderá levar a aquisição de partes que ofereçam menor vida útil. Todo e qualquer resultado somente aparecerá em médio e longo prazo, e não de forma imediata como esperado por muitos gestores.

Por parte da direção, será importante a realização de reuniões com a liderança e com os colaboradores no chão de fábrica, desta forma, estes gestores poderão conhecer melhor o estado real das máquinas e as principais dificuldades encontradas, somando ainda a percepção das mudanças que estarão presentes ou não nos envolvidos.

5.11 Alguns lembretes sobre os fundamentos da TPM

Importante lembrarmos sobre os fundamentos que cercam a TPM. Primeiramente, a TPM não é técnica e sim uma cultura. Importante destacar que a TPM permite que a inteligência seja estimulada para a melhoria contínua, pois ela também pode ser considerada a própria reengenharia na produção.

Uma técnica também muito presente nas empresas é a TQC, ou seja, o controle de qualidade total, esta prática é muito útil para mudar a cabeça da classe executiva. Os colaboradores do chão de fábrica se adaptam mais ao TPM. Os programas de 5S e TPM não necessitam de uma fase anterior de mudança da cultura da organização, pois são em si o instrumento de mudança.

Os equipamentos só melhorarão seu desempenho se as pessoas melhorarem. Outra premissa ligada ao fundamento da TPM é o conceito de “homem quebrou o equipamento, não foi o equipamento que quebrou”. Quanto mais para baixo levarmos a nossa ferramenta de decisão, a solução é mais rápida, menos custosa e mais assertiva.

5.12 Alguns lembretes sobre a motivação

Muitas máquinas são modificadas ao longo do tempo, e muitas modificações acabam prejudicando seu desempenho, porém só percebidas com o passar dos tempos. Por isso, algumas melhorias levam ao estado original da máquina. Normalmente as pessoas mais recomendadas para fazer parte do time de melhoria são os operadores, pois eles conhecem muito de seus equipamentos e poderão acrescentar pontos importantes para um processo de melhoria.

5.13 Alguns lembretes sobre o dia a dia de trabalho.

Na busca de se identificar as causas das grandes paradas com grandes perdas, pode significar uma fonte de riquezas escondida, sempre lembrando que para uma interrupção poderá não existir uma única causa. Cuidado redobrado nas pequenas paradas, pois a todo momento poderá ocorrer risco de acidentes. Mensurar todas as atividades e monitorar os indicadores como o tempo médio entre falhas, e a cada falha utilizar-se de técnicas para encontrar as verdadeiras causas da falha apresentada.

5.14 Implementando a TPM.

Para SUZUKI (1994) a implementação da TPM pode ser delineada em 12 passos, como descrito a seguir:

a. Declaração oficial de adoção do TPM

- Decisão tomada pela diretoria.
- Comunicação a todos os funcionários da empresa.

b. Treinamento introdutório

- Compreensão e esclarecimentos sobre o TPM.
- Treinamentos com todos os funcionários de todos os níveis na empresa.

c. Estruturação dos comitês para implementação

- Formação de um comitê de implementação.
- Estruturação do comitê dentro da empresa.

d. Definição de diretrizes e Metas globais

Os objetivos e metas implantados com o TPM devem coincidir com os da empresa.

e. Elaboração do plano mestre

- Deve conter o cronograma de execução do TPM.

f. Evento de lançamento do TPM

- Implantação do programa.
- É o início propriamente dito das atividades do TPM.

g. Atividades de melhoria individual

- Focaliza o gerenciamento e melhoria de máquinas e equipamentos.
- Minimizar as perdas que se quer erradicar.
- Se subdivide em:

g1) Difundir o conceito: cada operador é responsável por sua máquina.

g2) Manutenção pós-quebra, preventiva e preditiva.

g3) Manutenção Planejada: manutenção pós-quebra, preventiva e preditiva.

g4) Educação e Treinamento: treinamentos consistentes para se atingir o objetivo.

h. Controle Inicial

- Prevenção da manutenção com o controle da fase inicial dos equipamentos e do custo do ciclo de vida.

i. Manutenção da qualidade

- Foco nas falhas frequentes e ocultas que afetam a qualidade do produto.

j. TPM em partes administrativas

- Revisão das rotinas administrativas para eliminação de perdas.

k. **Segurança, Higiene e Meio Ambiente**

- Ações de recuperação.
- Prevenção de riscos à saúde do trabalhador.
- Prevenção de riscos ao meio ambiente.

l. **Aplicação total do TPM**

- Obtenção de resultados que indiquem alcance e manutenção da excelência em TPM.
- Candidatura ao prêmio de excelência em TPM (O Prêmio TPM de maior relevância é o **TPM World Class Award).**

A Manutenção Produtiva Total como visto, transforma toda a cultura organizacional, por isso, a necessidade de envolver todos os níveis hierárquicos da empresa, somente assim poderão ser colhidos os frutos oriundos desta filosofia.

TEROTECNOLOGIA

A terotecnologia tem origem em 1970, foi desenvolvida e oficialmente apresentada pelo British Standards Institute, do Ministério da Tecnologia do Reino Unido, na década de 1970. A intenção foi estabelecer normas e condutas voltadas a facilitar a manutenção e equipamentos pelos próprios usuários.

Dentro da terotecnologia os principais focos estão relacionados com a confiabilidade e manutenibilidade de todos os ativos físicos presentes no processo de produção, construção civil, veículos, agricultura, e qualquer empreendimento que possam incluir despesas e receitas para a organização por um determinado período de tempo.

Na terotecnologia todos os equipamentos são especificados para seu projeto com o envolvimento de um profissional técnico da manutenção. Na etapa seguinte, ou seja, a fase de projeto do equipamento será acompanhada de perto por este mesmo profissional. Uma vez todo o equipamento instalado e disponível para desempenhar suas funções, se faz importante destacar a presença deste mesmo profissional.

Destaca-se que o profissional técnico da manutenção acompanhará sempre a operacionalidade do equipamento, visando sempre a otimização, detectando eventuais defeitos que possam se tornar falha. Outra atribuição deste profissional será a constante análise de partes degradadas pelo seu uso. Com todo este conhecimento adquirido em todas as etapas fica mais rápida toda a ação a ser realizada pela equipe de manutenção, devido ao profundo conhecimento dos profissionais da manutenção com as partes e funcionalidades do equipamento.

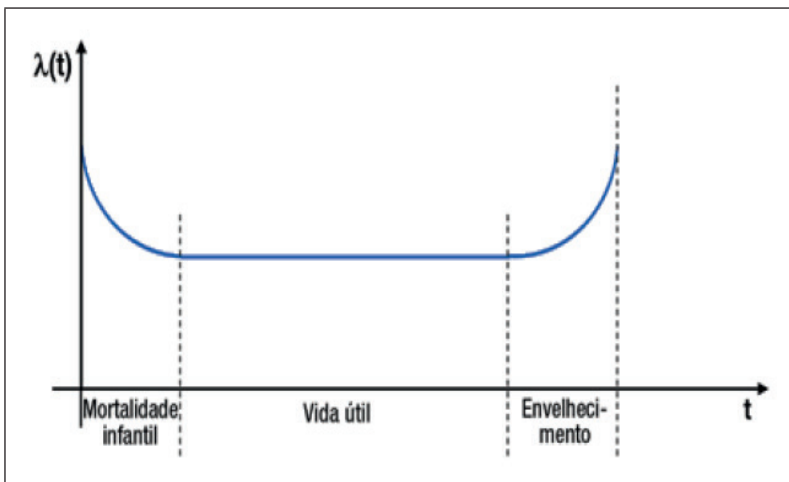
A terotecnologia tem a função de alavancar a gestão com informações financeiras, que visam otimizar as ações presentes na instalação, nas operações e mantenabilidade das máquinas. Alguns estudos realizados dentro da terotecnologia estão relacionados com o chamado ciclo de vida de custeio. Neste ciclo de vida de custeio, são diversos os valores associados, como: as substituições de peças, depreciação dos equipamentos, e impostos relacionados. Como resultado é importante que os valores atribuídos ao ativo seja positivo. Valores como desmontagem de equipamento em final de vida útil, remoção do mesmo, etc.. A terotecnologia então iniciará um novo ciclo para um novo equipamento a ser inserido no processo.

Algumas restrições podem se fazer presentes como a ausência de profissionais com conhecimento, informações sobre as falhas apresentadas, projeto original do equipamento não contendo todos os detalhamentos necessários, falta de peças de reposição e falta de um plano de manutenção preditivo e preventivo.

Como visto, a terotecnologia trabalha com muitas variáveis que precisam ser, em muitos casos, estimadas, porém estudos como este podem trazer uma vantagem competitiva junto ao mercado.

Um indicador muito importante, usado como base de estudos para a terotecnologia,

é chamado de “curva de banheira.” A curva de banheira é um nome para uma espécie de taxa de falha projetada para uma peça de equipamento ou máquina.

Foto 41: Curva da banheira

Fonte: Própria

No início da vida do produto até que este esteja perfeitamente adequado, o índice de falha é um pouco elevado. Depois que já atingiu um certo tempo de maturidade a falha reduz, porém, quando começa a entrar no período de desgaste, a taxa de falha aumenta novamente. Como a curvatura do gráfico é convexa e parecida com o formato de uma banheira, a curva é conhecida como curva da banheira.

Aplicar os conceitos da terotecnologia hoje em algumas empresas, pode significar quebrar paradigmas, pois a grande maioria das empresas não possuem grupos que estudaram técnicas para desenvolver e integrar as equipes de projetos e de manutenção.

REFERÊNCIAS

BAYGIN, M. et al. An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education.2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), p. 1-4, 2016.

CARVALHO, L. T. Manutenção e manufatura integrada. Revista Manutenção. ABRAMAN, N° 80, Setembro / Outubro, 2000, p. 26 – 28.

CATTINI, O. Derrubando os mitos da manutenção. São Paulo: Editora STP, 1992. 123p.

FEINER, L.; CHAMOULIAS, F.; FOTTNER, J. Real-time detection of safety-relevant forklift operating states using acceleration Data with a Windowing Approach. 2021. International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME), 2021, pp. 1-6, DOI: 10.1109/ICECCME52200.2021.9590983.

KMITA, Silvério F. Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa. In 23º Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Anais. Ouro Preto / MG, 2003.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio; BARONI, Tarcísio. Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2007.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica. 3ª ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 2009.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. Manual de Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2001.

MONCHY, François. A Função Manutenção. São Paulo: Durban, 1987.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Sócioprodutivos, Universidade de Taubaté) - Taubaté: UNITAU, 2004paulo_henrique_de_almeida.pdf. Acesso em: 15 de março de 2023.

MOUBARY, J. Maintenance management – A new paradigm. Maintenance & Asset Management Journal. Volume 11, number 1, January 1996.

NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NASCIMENTO, Rodrigo Coutinho. Manutenção Produtiva Total – Uma abordagem teórica. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora) - Juiz de Fora: UFJF, 2006.

ONHO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. 1ªed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, Claudiane Caldas; MARTINS, Rui Francisco; XAVIER, Antonio Augusto de Paula. Aplicação da Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso em uma Indústria Alimentícia. XVI Simpósio de Engenharia de Produção, SIMPEP 2009.

PALMEIRA, J. N.; TENÖRIO, F. G. Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002.

PARKES, D. Operational Research in Maintenance, University of Manchester Press, Manchester, 1970.

RIBEIRO, Celso Ricardo. Processo de implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira. Monografia (MBA em Gerencia de Produção e Tecnologia, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté) – Taubaté, 2003.

RUSSWURM, S. Industrie 4.0 – from vision to reality. SIEMENS Industry Sector – Background Information. Disponível em , 2014. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

SHINGO, Shigeo. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINOTSUKA S. *TPM Encyclopedia*. Material distribuído no curso pela JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Cali, CO, 2001.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; OEE, cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas. Disponível em: https://www.citisystems.com.br/oee-calculoeficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/. Acesso em 23 de agosto de 2023.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2008.

SUZUKI, Tokurato. TPM in Process Industries. USA, Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI Y.; OSADA T.; *TPM/MPT Manutenção Produtiva Total.* São Paulo: Instituto IMAN, 1993.

TU, P. Y. L., YAM, R., TSE, P., SUN, A. O. An integrated maintenance management system for an advanced manufacturing company. (2001) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 17 (9), pp. 692-703. DOI: 10.1007/s001700170135.

VIANA H. R. G. PCM – Planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

VIERRI, Luiz Alberto; Gerenciamento pela Qualidade Total na Manutenção Industrial: Aplicação Prática. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007

MARCELO JOSÉ SIMONETTI

Tecnólogo formado pela Faculdade de Tecnologia de Sorocaba/SP em 1993, especializou-se na administração de materiais, produção e patrimônio. Concluiu na sequência o curso de mestrado em engenharia da produção.

Durante 20 anos trabalhou em indústria eletromecânica onde acumulou experiência em atividades relacionadas a produção, engenharia, projetos, qualidade, tecnologia da informação e manutenção. Desempenhou a função por mais de 8 anos como consultor de sistemas e gestão da produção.

Na área acadêmica, foi professor em curso superior em administração de empresas por mais de 8 anos. Em vários cursos de engenharia trabalhou por 18 anos com diversas disciplinas contidas nestes cursos. Também atuou como professor do cursos de pós graduação em produção e materiais por 4 anos. No curso de MBA em gerenciamento da manutenção atuou por 5 anos e foi responsável por vários módulos contidos na grade deste curso.

Desenvolveu por 3 anos, projeto de pesquisa na área da manutenção. Publicou mais de 20 artigos em revistas e jornais ligados as áreas da manutenção, gestão, produção e automação. Autor do livro: “A evolução dos sistemas de produção até a indústria 4.0” (2023).

Atualmente, atua como professor de ensino superior do Centro Paula Souza do estado de São Paulo em cursos de automação e manutenção industrial, ministrando diversas disciplinas contidas nestes cursos por mais de 17 anos. Também atua como professor do curso de pós graduação em engenharia e manutenção centrada na confiabilidade por mais de 4 anos.

MANUTENÇÃO

Tipos diferentes e características

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2023

Tipos diferentes e características

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2023